

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra hydromechaniky a hydraulických zařízení

Měření dynamického průtoku při hydraulickém rázu na
vodní trati

Dynamic Flow Rate Measurement in Case of Water
Hammer on Water Circuit

Student: Marek Mamica
Vedoucí bakalářské práce: doc. RNDr. Milada Kozubková, CSc.

Ostrava 2010

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé kvalifikační práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě, dne 27. dubna 2010

Marek Mamica

Adresa: Parcelní 1244
735 32 Rychvald

Anotace bakalářské práce

Mamica, M. Měření dynamického průtoku při hydraulickém rázu na vodní trati.

Katedra hydromechaniky a hydraulických zařízení, Fakulta strojní, VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2010, 40s. Bakalářská práce, vedoucí Kozubková, M.

Bakalářská práce se zabývá měřením dynamického průtoku v obvodu při hydraulickém rázu. V úvodu jsou popsány základní pojmy pro měření průtoku kapaliny. V následující kapitole jsou vysvětleny principy průtokoměrů vhodných pro měření nestacionárního proudění. Dále je popsáno nastavení a naprogramování diferenčního manometru ST 3000 STD-924 od firmy Honeywell, zpracování naměřených hodnot a vyhodnocení grafů.

Annotation of Thesis

Mamica, M. Dynamic Flow Rate Measurement in Case of Water Hammer on Water Circuit

Department of Hydrodynamics and Hydraulic Equipment, Faculty of Mechanical Engineering VŠB-Technical University of Ostrava, 2010, 40s. Thesis, head: Kozubková, M.

Thesis is dealing with the measurement of dynamic flow in the circuit when the hydraulic shock. The introduction describes the basic concepts of fluid flow. Next are explained the principles of flow meters suitable for measuring unsteady flow. Further described is the setup and programming of the differential manometer ST 3000 STD-924 from Honeywell, data processing and evaluation of the graphs.

Obsah

1	Úvod	8
2	Základní pojmy pro měření průtoku kapaliny	9
3	Průtokoměry pro měření dynamického průtoku	13
3.1	Indukční průtokoměr	13
3.2	Ultrazvukový průtokoměr	15
3.3	Měření průtoku užitím diferenčního manometru	17
3.3.1	Připojení diferenčního manometru	18
3.4	Měření průtoku při hydraulickém rázu	20
4	Programování a příprava pro měření	21
4.1	Programování diferenčního manometru ST 3000 pomocí SCT 3000 Smartline® Configuration Toolkit	21
4.2	Zpracování signálu z diferenčního manometru ST 3000 pomocí softwaru Matlab 6.5.1	23
4.3	Přestavba obvodu pro měření hydraulického rázu	25
4.3.1	Obvod pro měření průtoku při hydraulického rázu	25
4.3.2	Popis měřicího obvodu	26
4.3.3	Specifikace použitých prvků a snímačů	26
4.4	Cejchování diferenčního manometru a clony	31
4.5	Postup měření dynamického průtoku	33
5	Grafické zpracování výsledků	34
6	Závěr	40
	Literatura	41
	Seznam obrázků	42
	Seznam grafů	42
	Seznam tabulek	43
	Seznam příloh	43

Seznam použitého značení

d	průměr otvoru clony	[mm]
g	tíhové zrychlení	[m·s ⁻²]
h_1, h_2	výšky hladin	[m]
l	délka potrubí	[m]
m	poměr zúžení	[1]
p_1, p_2	odběrové tlaky z měřících prvků	[Pa]
Δp	tlakový spád	[Pa]
t	čas	[s]
v	rychlost kapaliny	[m·s ⁻¹]
v_1	rychlost před zúžením	[m·s ⁻¹]
v_2	rychlost za zúžením	[m·s ⁻¹]
x	ztrátový součinitel	[1]
y	vzdálenost elektrod	[m]
B	magnetická indukce	[T]
D	vnitřní průměr potrubí clony	[mm]
E	indukované napětí	[V]
Q_m	hmotnostní průtok	[kg s ⁻¹]
Q_v	objemový průtok	[m ³ s ⁻¹]
Re	Reynoldsovo číslo	[1]
S_1	průřez potrubí	[mm ²]
S_2	průřez clony	[mm ²]
T	doba běhu vlny	[s]
V	objem kapaliny	[m ³]
α	průtokový součinitel	[1]
ρ	hustota, měrná hmotnost kapaliny	[kg·m ⁻³]

Seznam značení ve schématu obvodu

C	clona
H	hadice
HG	čerpadlo
N	nádrž
P	ultrazvukový průtokoměr
P1, P2	snímače tlaku
STD	diferenční manometr ST 3000 STD-924
V	ventil

Seznam označení v programu SCT 3000 Smartline Configuration Toolkit

General – všeobecné

Configure – konfigurace

Dual Range – dvojí, plný rozsah

Senzor Type – typ čidla

Differential pressure – diferenční tlak

Senzor Limits – limit čidla

LRL Lower Range Limit – spodní limit rozsahu

URL Upper Range Limit – horní limit rozsahu

Conformity – závislost

Span - rozpětí

1 Úvod

Měřidlo pro měření průtoku kapaliny se nazývá průtokoměr, což je technické zařízení, které dokáže s velkou přesností určit objem nebo hmotnost kapaliny, která proteče potrubím za jednotku času. Průtokoměry jsou běžnou součástí lidského života a nalezneme je v každém odvětví průmyslu i v každé domácnosti. Možnosti použití průtokoměrů jsou velmi obsáhlé, od měření průtoku krve po měření rychlosti proudění říčních toků nebo mořských proudů. Vývojem, výrobou a distribucí průtokoměrů nejrozličnějších rozsahů, rozměrů, fyzikálních principů a konstrukcí průtokoměrů, se zabývá mnoho společností [6].

Rozmanitost pracovních podmínek průtokoměrů je neobyčejně široká. Z hlediska složení a vlastností měřených látek, od čistých tekutin až po agresivní směsi velkého rozsahu teplot proudícího média, V rozsahu tlaků proudící tekutiny, od vakua do několika tisíc barů.

Výběr vhodného průtokoměru není jednoduchá záležitost, je potřeba počítat s mnoha faktory. Mezi nejpoužívanější metody měření průtoku se řadí průřezová měřidla, která měří rozdíl tlaku před a za průtočným prvkem. Pomocí Bernoulliho rovnice je odvozena závislost průtoku na rozdílu tlaku. V současném období se stále častěji využívají moderní snímače průtoku.

2 Základní pojmy pro měření průtoku kapaliny

Průtok kapaliny se označuje velkým písmenem Q a výsledek měření průtoku může být udáván jako objemový průtok Q_v nebo hmotnostní průtok Q_m . Objemový průtok udává objem tekutiny, který projde potrubím za jednotku času.

$$Q_v = \frac{dV}{dt} [m^3 s^{-1}] \quad (2.1)$$

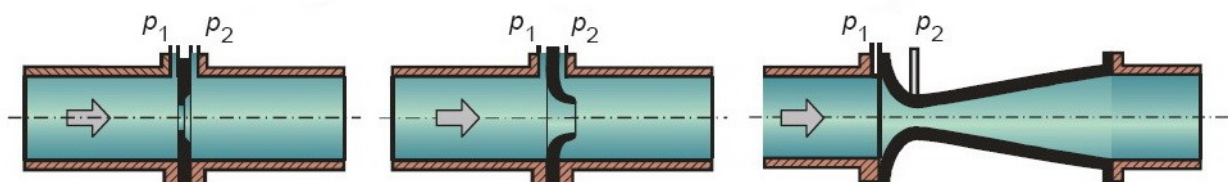
Hmotnostní průtok je hmotnost tekutiny, která proteče potrubím za jednotku času.

$$Q_m = \frac{dm}{dt} [kg \cdot s^{-1}] \quad (2.2)$$

Hmotnostní průtok lze vypočítat z objemového průtoku a ze známé hustoty proudící kapaliny.

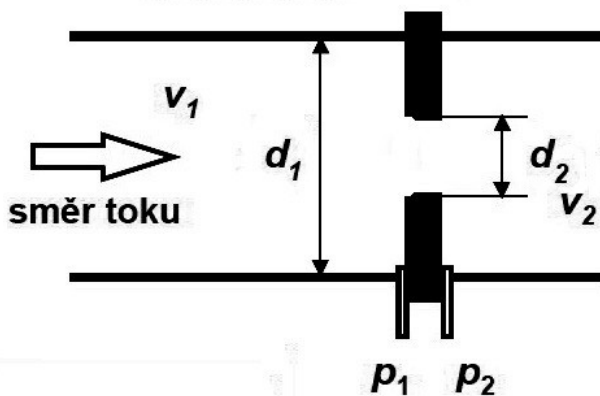
$$Q_m = Q_v \cdot \rho [kg \cdot s^{-1}] \quad (2.3)$$

Průtok je možno vypočítat i na základě střední rychlosti média proudícího známým průřezem. Střední rychlost lze stanovit z tlakového rozdílu mezi dvěma průřezy, z nichž jeden je zúžen, jak je tomu u clony, dýzy, nebo Venturiho trubice (viz Obrázek 2.1).



Obrázek 2.1: Clona, dýza, Venturiho trubice [5]

Oba měřené tlaky jsou statické. Zúžení průřezu způsobí zvýšení rychlosti a tím i pokles tlaku. Ten je úměrný průtokové rychlosti. Při řešení je aplikovaná Bernoulliho rovnice pro dokonalou kapalinu a rovnice kontinuity [1].



Obrázek 2.2: Clona, odběr tlaků [5]

Pro dva různé průřezy (viz Obrázek 2.2) vodorovného potrubí a ideální kapalinu lze napsat Bernoulliho rovnici ve tvaru

$$\frac{p_1}{\rho} + \frac{v_1^2}{2} = \frac{p_2}{\rho} + \frac{v_2^2}{2} \rightarrow \frac{p_1 - p_2}{\rho} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2}. \quad (2.4)$$

Pomocí rovnice kontinuity lze vyjádřit jednu z neznámých rychlostí v_1 nebo v_2

$$Q_v = v_1 \cdot S_1 = v_2 \cdot S_2 \rightarrow v_2 = \frac{v_1 \cdot S_1}{S_2} = v_1 \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^2 \quad (2.5)$$

po dosazení do rovnice pro rozdíl tlaků se může odvodit vztah pro střední rychlost potrubí v_1

$$\frac{p_1 - p_2}{\rho} = \frac{v_1^2}{2} \cdot \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^4 - \frac{v_1^2}{2} \rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot (p_1 - p_2)}{\rho \cdot \left[\left(\frac{d_1}{d_2} \right)^4 - 1 \right]}}. \quad (2.6)$$

Tlakový rozdíl $p_1 - p_2$ lze určit z rozdílu hladin h_1, h_2 v připojených tlakoměrných trubicích nebo U trubicích, tak že:

$$p_1 - p_2 = \rho g \cdot (h_1 - h_2) \text{ nebo } p_1 - p_2 = g \Delta h \cdot (\rho_m - \rho) \quad (2.7)$$

nebo využitím diferenciálního manometru, kde rozdíl tlaku před a za překážkou je přímo úměrný druhé mocnině rychlosti proudění a závisí také na tvaru překážky [5].



Obrázek 2.3: Clona s průřezem 16mm [7]

Odvozením ze základních vztahů rovnice kontinuity a Bernoulliho rovnice získáme základní vztah pro průtok Q_v

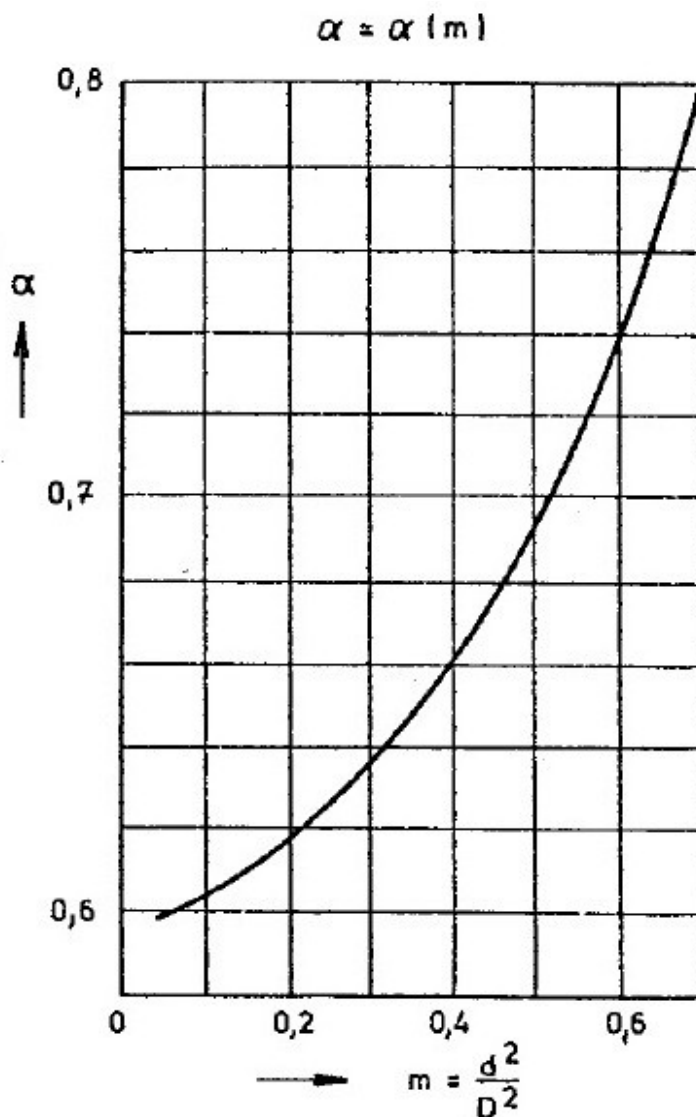
$$Q_v = S_2 \cdot v_2 = S_2 \frac{1}{\sqrt{1-m^2}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (p_1 - p_2)}{\rho}} [m^3 s^{-1}], \quad (2.8)$$

m je poměr zúžení $m = \frac{S_1}{S_2} = \frac{d_1^2}{d_2^2}$ závisí na tvaru clony.

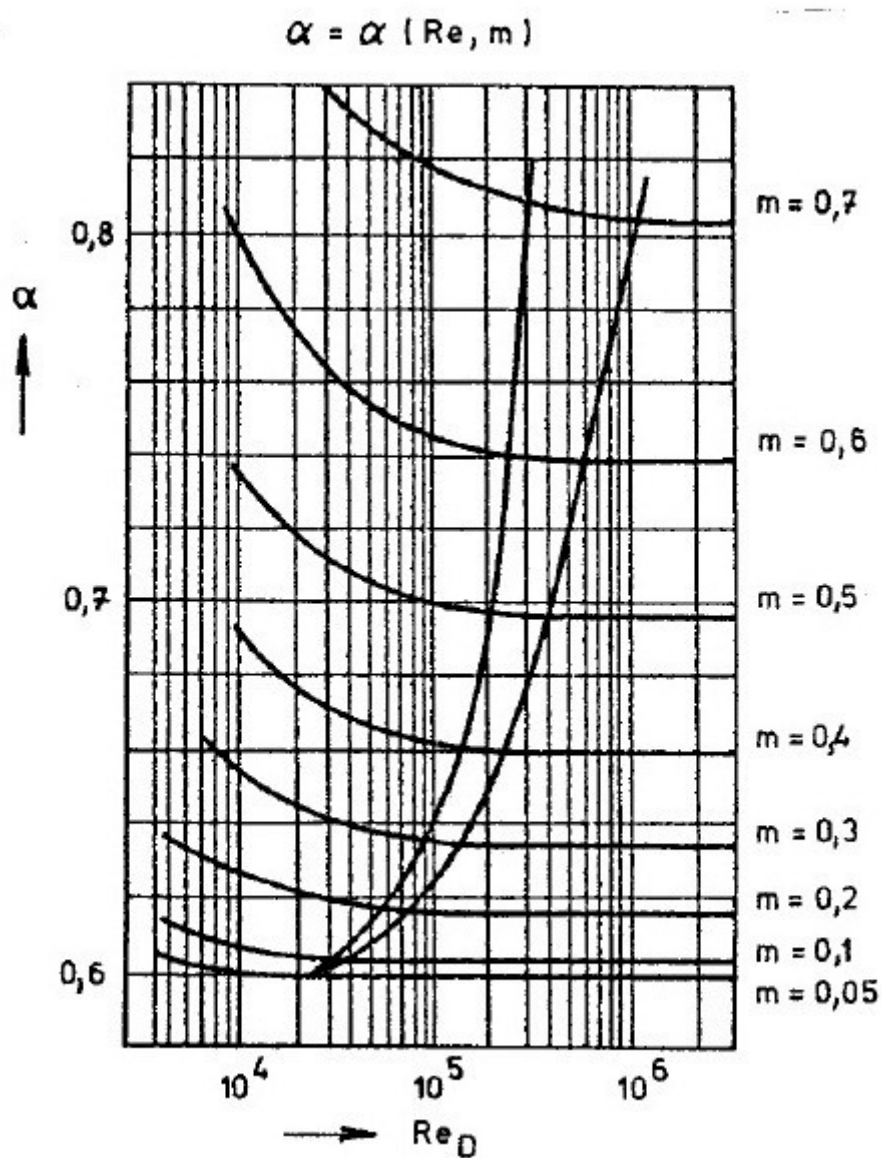
Průtokový součinitel α zahrnuje opravné koeficienty, protože za clonou se proudnice kapaliny dále zužují a rychlost se zvyšuje. Hodnoty součinitele α jsou funkcí (Re, m). Výsledný vzorec pro výpočet objemového průtoku rovnice

$$Q_v = \alpha \cdot S_2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (p_1 - p_2)}{\rho}} \quad [m^3 s^{-1}] \quad (2.9)$$

Hodnoty součinitele α (viz Graf 2.1) a (viz Graf 2.2) jsou stanoveny na základě modelových pokusů pro tzv. normovaná měřidla, zjišťující se z tabulek nebo grafů.



Graf 2.1: Závislost α na m [5]

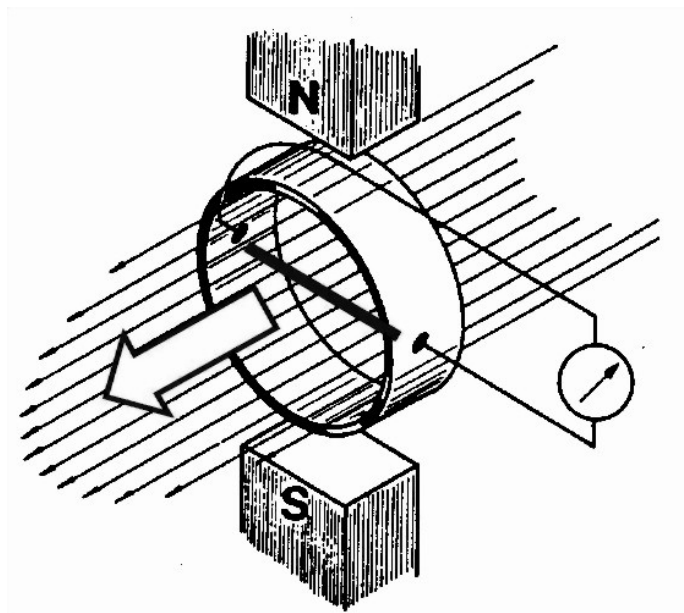
Graf 2.2: Závislost α na Re [5]

3 Průtokoměry pro měření dynamického průtoku

Průtokoměrem rozumíme technické zařízení, které dokáže s velkou přesností určit objem průtoku kapaliny nebo plynu za jednotku času. Průtokoměr se montuje přímo do potrubního rozvodu, nebo vně potrubí. Ne všechny průtokoměry jsou vhodné pro měření nestacionárního proudění.

3.1 Indukční průtokoměr

Indukční průtokoměry pracují s využitím Faradayova zákona o elektromagnetické indukci při pohybu vodiče v magnetickém poli (viz Obrázek 3.1). Pohybující se vodič je představován elektricky vodivou kapalinou. Permanentní magnet nebo elektromagnet vytváří magnetické pole, které prochází potrubím i kapalinou. Úsek potrubí mezi póly magnetu musí být z neferomagnetického materiálu. Na vnitřním průměru trubky jsou zabudovány kolmo na směr magnetických siločar dvě elektrody pro snímání indukovaného napětí [6]. Pro měření dynamického průtoku je třeba použít indukční průtokoměr s dostatečnou frekvencí snímání indukovaného napětí.



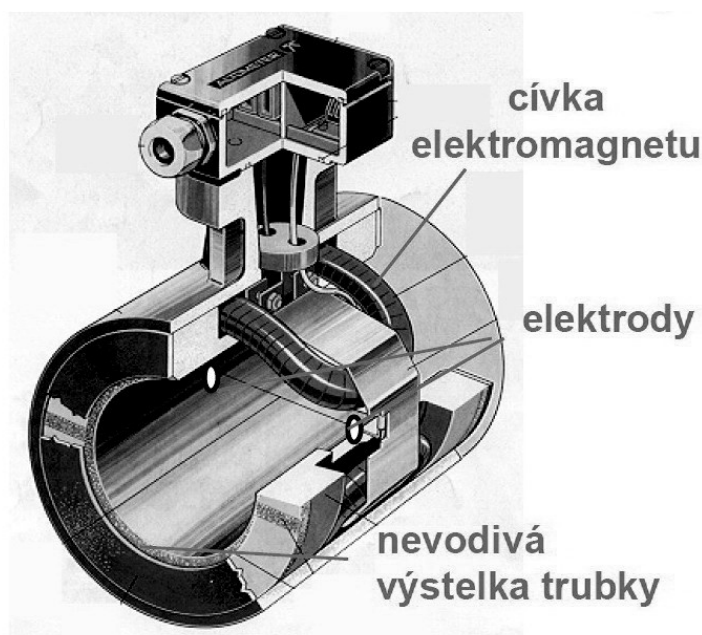
Obrázek 3.1: Princip indukčního průtokoměru [5]

Do kapaliny pohybující se rychlostí v se indukuje elektromotorické napětí E

$$E = B \cdot y \cdot v \text{ [V]}, \text{ kde} \quad (3.1)$$

E - indukované napětí [V], B - magnetická indukce [T], y - vzdálenost elektrod [m], v - rychlost kapaliny [m/s].

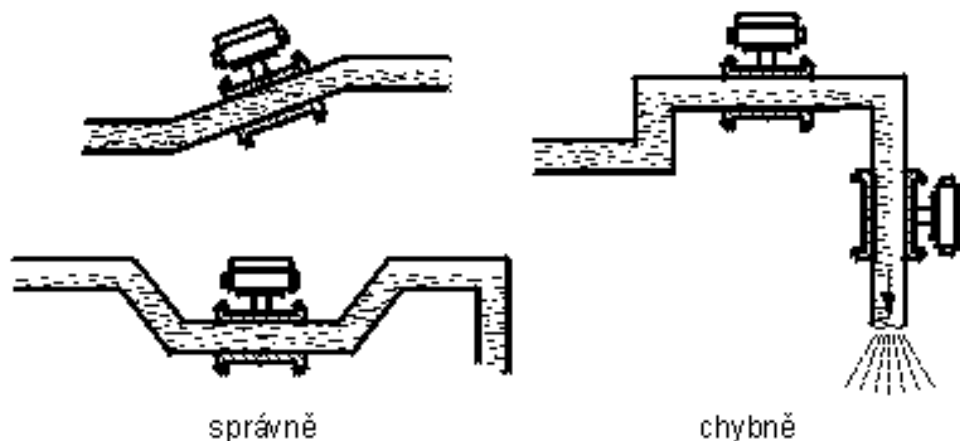
Snímač se skládá z nemagnetické válcové trubky (viz Obrázek 3.2) v níž kolmo na směr magnetických siločar jsou zabudovány dvě elektrody pro snímání indukovaného napětí. Trubky bývají vyrobeny z legovaných ocelí o vysoké pevnosti, aby jejich stěny byly pokud možno tenké. Vnitřní stěna měřicí trubky bývá pokryta elektricky nevodivou vrstvou pryže nebo teflonu či smaltu. Někdy se užívá trubky vyrobené z izolačního materiálu. Indukční průtokoměry se vyrábějí s průměrem od 2 mm do 2000 mm. Při měření musí být magnetická indukce udržována na konstantní hodnotě, případně se musí provádět kompenzace. Protože příkon elektromagnetu bývá značný, je konstrukčně vhodnější získávat signál úměrný indukci B a kompenzaci provést mimo vlastní snímač v elektrickém obvodu [4].



Obrázek 3.2: Indukční průtokoměr [5]

Indukční měření průtoku je vhodné pro všechny vodivé kapaliny. Měřidlo nevykazuje prakticky žádnou tlakovou ztrátu, protože průtočný průřez se nemění a do proudu nezasahují žádné mechanické části. Výhodou je i to, že měřidlo neobsahuje žádné pohyblivé součásti. Signál není citlivý na změny hustoty, viskozity a tlaku. Indukční měření průtoku je vhodné pro všechny vodivé kapaliny včetně neneutonských kapalin. Používá se také pro měření průtoku obtížně měřitelných kapalin, jako jsou silně viskózní látky, kaly, kapaliny s vysokým obsahem sedimentujících částic, které jsou klasickými metodami prakticky neměřitelné. Indukční metoda je velmi vhodná rovněž pro měření průtoku tekutých kovů. Měřená kapalina může obsahovat i pevné nemagnetické částice nebo bublinky vzduchu. Pokud jsou tyto částice rovnoměrně rozptýleny a nevytvářejí spojitou izolující oblast, nepůsobí rušivě na údaj měřidla. Chyby mohou vznikat při

neúplném zaplnění měřicího prostoru, za přítomnosti velkých bublin plynů a při malých rychlostech proudění. Přístroj je možno zabudovat do potrubí v libovolné poloze, bez ohledu na neustálené proudění, za koleno, za regulační orgán apod. Průtočný průřez však musí být zcela zaplněn, protože signál je úměrný rychlosti průtoku a objemový průtok se vyhodnocuje ze součinu rychlosti a průtočného průřezu (viz Obrázek 3.3).



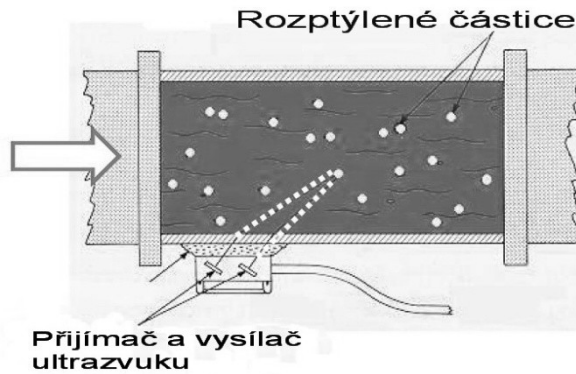
Obrázek 3.3: Umístění indukčního průtokoměru na potrubí [5]

3.2 Ultrazvukový průtokoměr

Ultrazvukové průtokoměry využívají ultrazvukového vlnění pro měření rychlosti proudění kapaliny v potrubí. Tyto průtokoměry se rozdělují do dvou skupin, na:

- ultrazvukový průtokoměr využívající Dopplerova jevu (viz Obrázek 3.4),
- ultrazvukový průtokoměr založený na principu měření doby průchodu médiem (viz Obrázek 3.5).

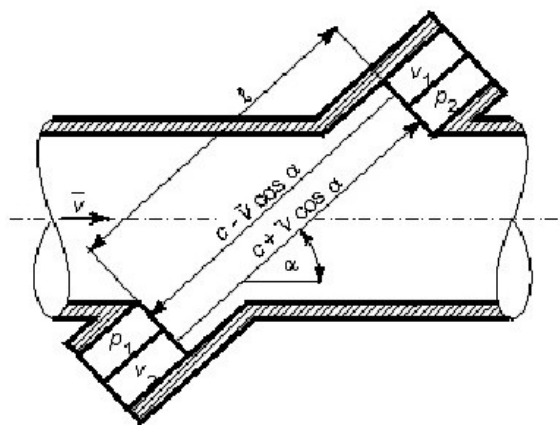
Popis Dopplerova jevu: do tekutiny se vysílají ultrazvukové vlny s konstantní frekvencí a ty se odrážejí od pevných částic nebo od bublin v kapalině. Bez těchto částic nemůže průtokoměr tohoto typu pracovat [5]. Průtokoměr se skládá z vysílače a přijímače ultrazvukových vln. Při průtoku dochází k pohybu částic nebo bublin a frekvence přijatého ultrazvukového vlnění se liší od frekvence vyslané vlny. Rozdíl frekvencí je úměrný rychlosti proudění.



Obrázek 3.4: Princip ultrazvukového průtokoměru využívající Dopplerova jevu [5]

Ultrazvukový signál o známé frekvenci okolo 0,5 MHz je vysílačem vysílán do proudící kapaliny. Dochází k odrazu ultrazvuku od pohybující se částice či bubliny a při zachycení odraženého signálu přijímačem se vyhodnocuje změna frekvence přijatého signálu. Změna frekvence je úměrná rychlosti proudícího média. Přesnost měření závisí na profilu proudícího média, na obsahu a velikosti částic. Kalibrací je možno docílit přesnosti $\pm 1 \%$ [6].

Ultrazvukové průtokoměry založené na principu měření doby průchodu médiem, se skládají ze dvou vysílačích a přijímacích jednotek, které jsou umístěny za sebou ve směru proudění. Jeden z vysílačů vysílá ultrazvukový snímač po směru proudění a druhý proti směru proudění. Rozdíl mezi dobou průchodu obou signálů k druhé jednotce je úměrný rychlosti proudění tekutiny. Na rozdíl od průtokoměrů založených na Dopplerově principu, tyto ultrazvukové průtokoměry měří pouze rychlost proudění čistých tekutin.



Obrázek 3.5: Princip měření doby průchodu médiem [5]

Stejně jako elektromagnetické průtokoměry, tak i ultrazvukové průtokoměry jsou bezkontaktní, proto nezpůsobují tlakovou ztrátu a neobsahují pohyblivé části, které by se opotřebovávaly.

3.3 Měření průtoku užitím diferenčního manometru

Dynamický průtok lze měřit dle teorie v kapitole 2, v závislosti tlakového spádu na cloně užitím diferenčního manometru.

ST 3000 SDT924 je snímač tlaku pro měření rozdílu, nebo absolutní hodnoty tlaku (viz Obrázek 3.6). Výstupní signál je přenášen buď v analogovém formátu 4-20 mA nebo ve formátu digitálním. V rámci měřicího rozsahu snímače lze libovolně volit, jaké hodnoty tlaků odpovídají signálům 4 mA a 20 mA a omezit tak rozsah snímače na pásmo vhodné pro konkrétní účely. Pro měření je použit piezorezistivní senzor, který obsahuje tři senzory, diferenční snímač tlaku, čidlo teploty a čidlo statického tlaku snímače [2].



Obrázek 3.6: Snímač tlakové difference ST 3000 STD924 [2]

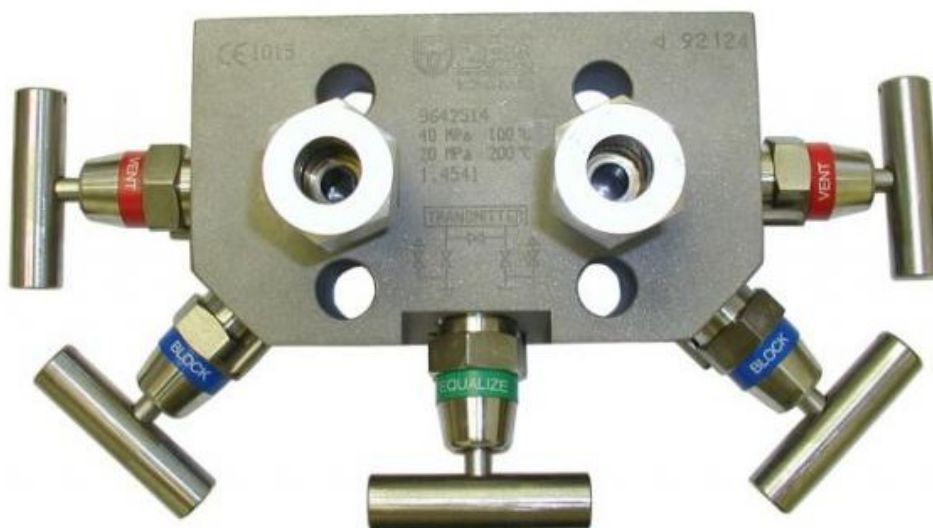
Piezorezistivní senzor využívá piezorezistivního jevu v polovodičích. Měřicím členem těchto snímačů je mechanicky namáhaná destička z vysokoodporového křemíku. Na destičce jsou vytvořeny vodivé cestičky uspořádané obvykle do Wheatsonova můstku. Křemíková měřicí destička je obvykle připájena na nosnou destičku ze skla, která je posléze nalepena na kovovou podložku ze speciální slitiny se shodnou teplotní roztažností.

Vysoká citlivost piezorezistivního materiálu dává čidlům dobré vlastnosti pro měření tlaků. Piezorezistivní čidla jsou dlouhodobě stabilní, poskytují vysoký využitelný signál, a mají malou hysterezi.

Výběr výstupu v analogovém nebo digitálním režimu se provádí přes aplikaci SCT 3000 Smartline Configuration Toolkit. Tento program je dostupný na stránkách firmy Honeywell a slouží k naprogramování měřidla na PC. Pro převod výstupních signálů do PC bude použita karta AD 612 firmy Humusoft. Pro snímání rozdílu tlaku je použit software Matlab 6.5.1 Simulink, ve kterém je vytvořeno schéma zpracování signálu.

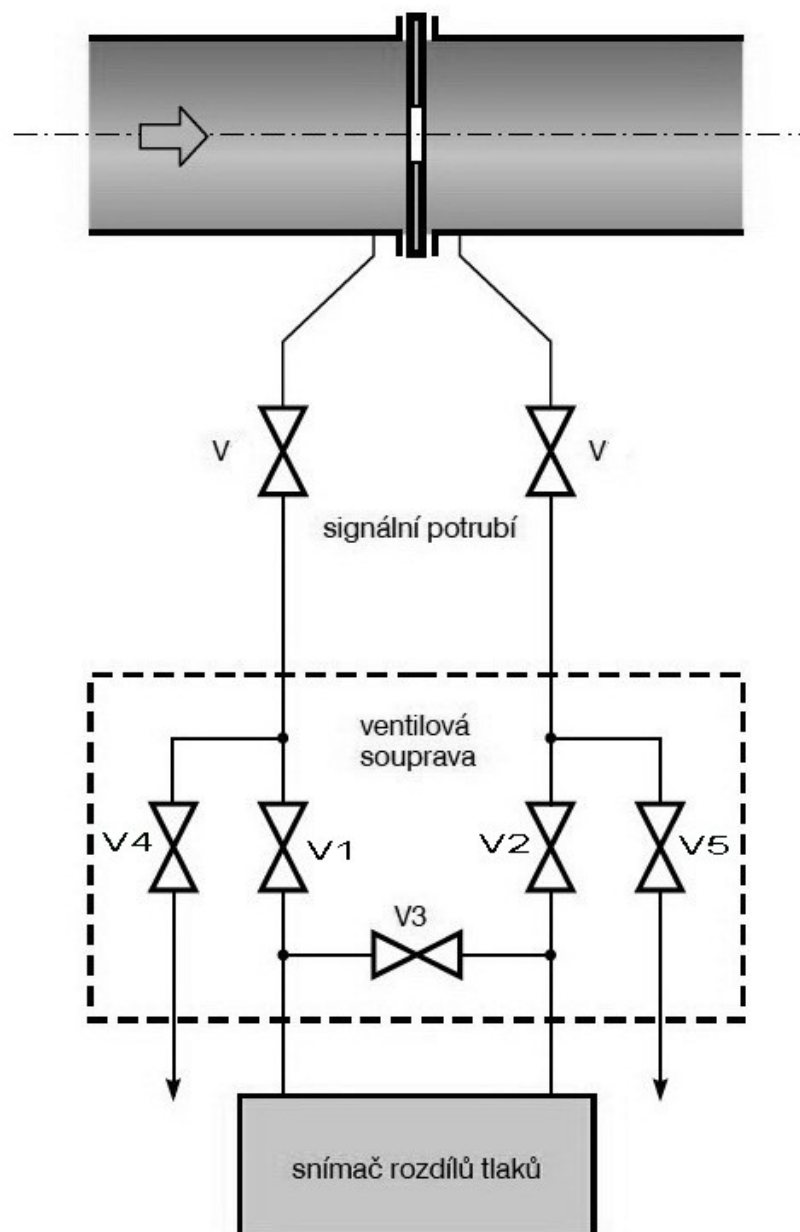
3.3.1 Připojení diferenčního manometru

Připojení diferenčního manometru na měřící trať se provádí přes ventilovou soustavu (viz Obrázek 3.7). V tomto případě se jedná o pěticestnou ventilovou soupravu 9642514 od firmy ZPA NOVÁ KOPA. Odběrová potrubí od škrticího orgánu jsou uzavíratelná ventily V, po jejichž uzavření lze návaznou armaturu s tlakoměrem odpojit i za provozu technologického zařízení. Ventilová souprava umožňuje proplachovat a odkalovat signální potrubí. Seřizování nuly snímače tlakové difference se provádí propojením obou vstupních tlaků.



Obrázek 3.7: Pěticestná ventilová souprava 9642514 [10]

Základem ventilové soupravy je těleso, do kterého jsou zašroubovány ventilové jednotky. Těleso je pevně přišroubované k diferenčnímu manometru a připojeno k měřenému obvodu (viz Obrázek 3.8).



Obrázek 3.8: Schéma připojení odvzdušňovací soupravy k diferenčnímu manometru [5]

V1 a V2 - BLOCK uzavírací ventily, V3 - EQUALIZE vyrovnávací ventil, V4 a V5 - VENT odkalovací ventily,

Prostřednictvím ventilu V3 EQUALIZE lze zkontrolovat nulovou polohu měřicího přístroje. Odkalovací ventily slouží k odvzdušnění potrubí při napojení na měřicí trať. Během provozu může dojít k pronikání vzduchu do systému, a proto je nutné ve zvolených intervalech systém odvzdušnit.

Měření je založeno na rozdílu tlaku před a za primárním prvkem. Primární prvek je vložen do potrubí mezi 2 příruby, nejčastěji používaná je clona (viz Obrázek 3.9). Clona je plochá kovová nebo plastová deska s otvorem. Průměr škrticího otvoru a jeho umístění závisí na typu měřené tekutiny.



Obrázek 3.9: Clona s průřezem 16mm [7]

Odběry statických tlaků jsou prováděny těsně před a za deskou, kdy existují dva základní typy odběrů – koutové a přírubové. Mezi základní typy clon patří clona soustředná (normalizovaná), excentrická a segmentová. Clonou lze měřit průtok většiny čistých tekutin. Jsou však náchylné vůči opotřebení, které může být způsobeno znečištěným médiem nebo médiem s částicemi. To může ovlivnit tlakovou diferenci odpovídající určitému průtoku. Aby se dosáhlo požadovaných vlastností, musí být clona zabudována do přímého úseku potrubí s předem definovanými uklidňujícími úseky před a za clonou. Tlakové poměry v potrubí při proudění popisuje Bernoulliho rovnice.

3.4 Měření průtoku při hydraulickém rázu

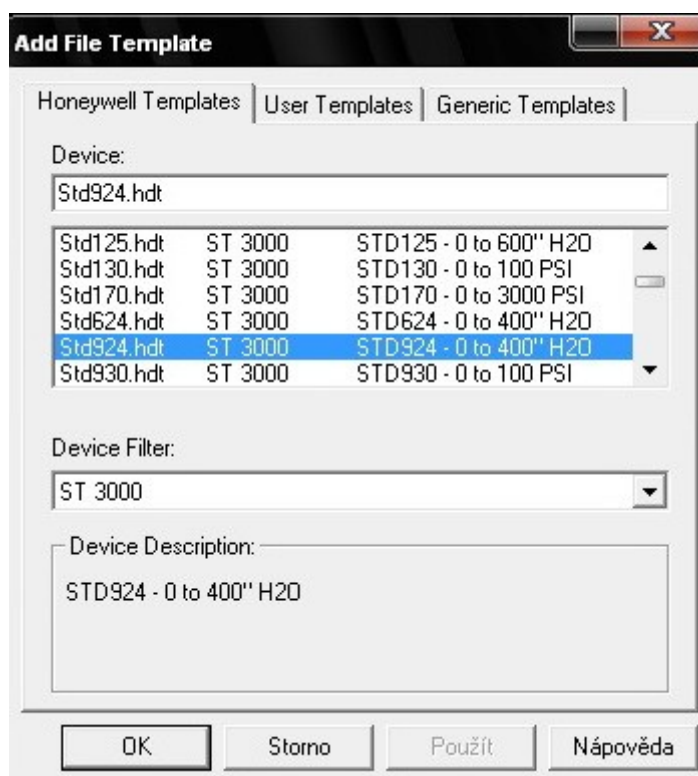
Při neustáleném proudění kapaliny v potrubí odpovídají všem změnám průtoku i změny tlaku. Změny tlaku vyvolané hydraulickým rázem mohou dosahovat značných hodnot a mohou poškodit jak potrubí, tak zařízení instalované na něm. Tyto poruchy mohou vyřadit celý hydraulický systém a způsobit tak značné materiálové a ekonomické ztráty. Hydraulický ráz je simulován nejnadhěji na proudění vody v dlouhém potrubí připojeném k nádrži, kdy se náhle uzavře ventil. Uzavření ventilu způsobí náhlé zvýšení tlaku o Δp , které se pohybuje jako tlaková vlna od místa uzavření směrem k nádrži rychlostí zvuku [7]. Tlaková vlna proběhne po délce potrubí l a zpět k ventilu za dobu běhu vlny T . Při velkých zrychleních může být změna tlaku tak velká, že vstupuje vliv stlačitelnosti kapaliny a pružnosti stěn potrubí. Samotné zvýšení tlaku může být značné, přesahuje pevnost potrubí, a proto při projektování potrubních systémů se musí udělat výpočet hydraulického rázu s následující volbou protirázové ochrany. Hydraulický ráz se také projevuje periodickými tlakovými pulzacemi, které namáhají potrubí a jeho příslušenství, spoje, armatury, tvarovky a ukotvení potrubí.

4 Programování a příprava pro měření

Programováním je myšleno nastavení rozsahu měřených hodnot, nastavení jednotek a závislosti tlakové difference na výstupním signálu.

4.1 Programování diferenčního manometru ST 3000 pomocí SCT 3000 Smartline® Configuration Toolkit

Diferenční manometr ST 3000 STD924 se programuje v aplikaci SCT 3000 Smartline Configuration Toolkit. Při spuštění tohoto programu se objeví Banner okno, zde se zadává uživatelské jméno, které musí mít nejméně tři znaky. Po potvrzení je potřeba vybrat správný model měřidla (viz Obrázek 4.1). Tlačítko New a vybrání ST 3000 STD 924 potvrzením tlačítkem Ok. Informaci, zda je snímač tlakové difference správně připojen najdeme v pravém dolním rohu, CARD OK a typ spojení ANALOG v našem případě.

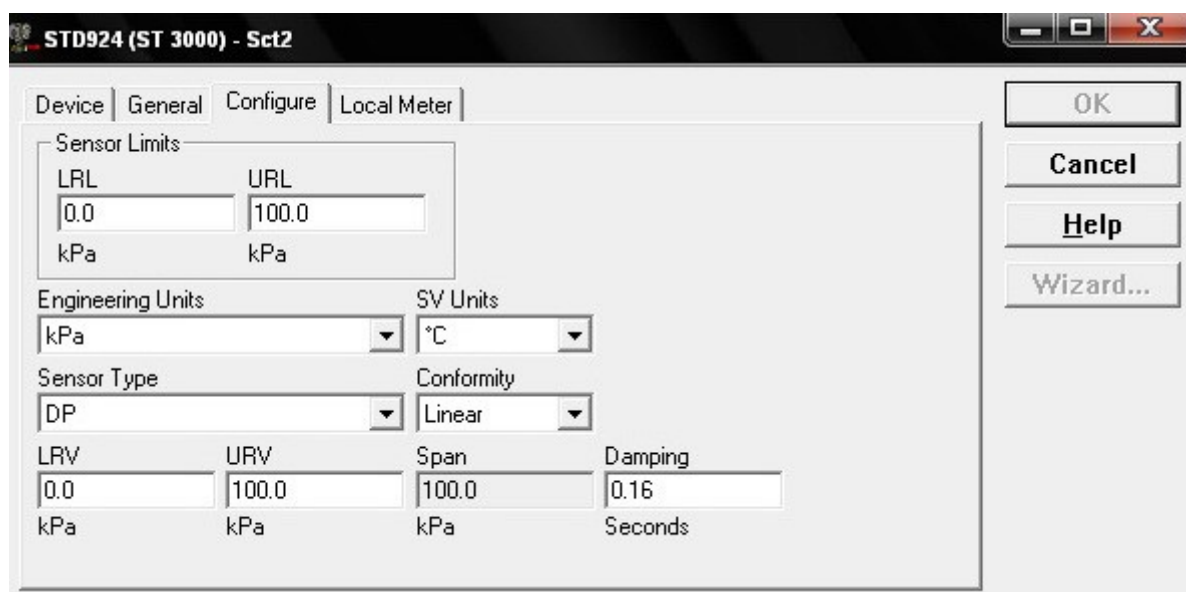


Obrázek 4.1: SCT 3000 Smartline® Configuration Toolkit [3]

Objeví se list STD924 (ST 3000) – Sct1 kde se navolí parametry.

Na kartě General se zvolí PV Type Dual Range (STDC), dvojí rozsah pro měření rozdílu tlaku a komunikační mód se nastaví na Analog.

Na kartě Configure (viz Obrázek 4.2) se nastavují jednotky tlaku, můžeme zvolit MPa, kPa, Pa, nebo také Anglickou jednotku tlaku psi. Pro jednotku teploty zvolíme °C nebo °F. Důležité je nastavit Senzor Type jako DP, což znamená (differential pressure) rozdíl tlaku a závislost (Conformity) tlakové difference na průtoku nastavíme na lineární. Nastavení měřicího rozsahu se provádí v kolonce (Sensor Limits). Zde se už objeví námi zvolené jednotky a od výrobce nastavený maximální měřicí rozsah 100 kPa. Hodnota LRL znamená minimální hodnotu měřicího rozsahu a hodnota URL je pro maximální hodnotu. Minimální rozsah můžeme nastavit v rozmezí 0 – 2,5 kPa, tato hodnota je udávána výrobcem [3].



Obrázek 4.2: SCT 3000 Smartline® Configuration Toolkit 2 [3]

Pro zjištění aktuální hodnoty tlakové difference Δp a teploty kapaliny lze použít nástroj PV Monitor, který je součástí softwaru STC 3000. Pomocí tohoto nástroje byla změřena cejchovní křivka diferenčního manometru a cejchovní křivka clony.

4.2 Zpracování signálu z diferenčního manometru ST 3000 pomocí softwaru Matlab 6.5.1

Diferenční manometr je připojen k počítači přes kartu AD 612 firmy Humusoft. K zpracování signálu můžeme použít program vytvořený pomocí softwaru Matlab Simulink. V tomto softwaru je pomocí jednotlivých oddílů, které jsou rozděleny do tří kategorií:

- vstupní bloky
- bloky pro zpracování signálu
- výstupní bloky

Je sestaven program RAZ_STD924.mdl (viz Obrázek 4.3), ve kterém se zpracovávají výstupní signály ze snímače tlakové difference, ze snímačů tlaku a poloha uzavíracího ventilu.

Ze snímače tlakové difference vychází signál 4-20 mA. Hodnota 20 mA je nastavena pro 6 kPa, a hodnota 4 mA je nastavena pro nulovou hodnotu tlakové difference.

Blok s názvem Adaptér slouží pro nastavení vstupních signálu do jednotlivých kanálů.

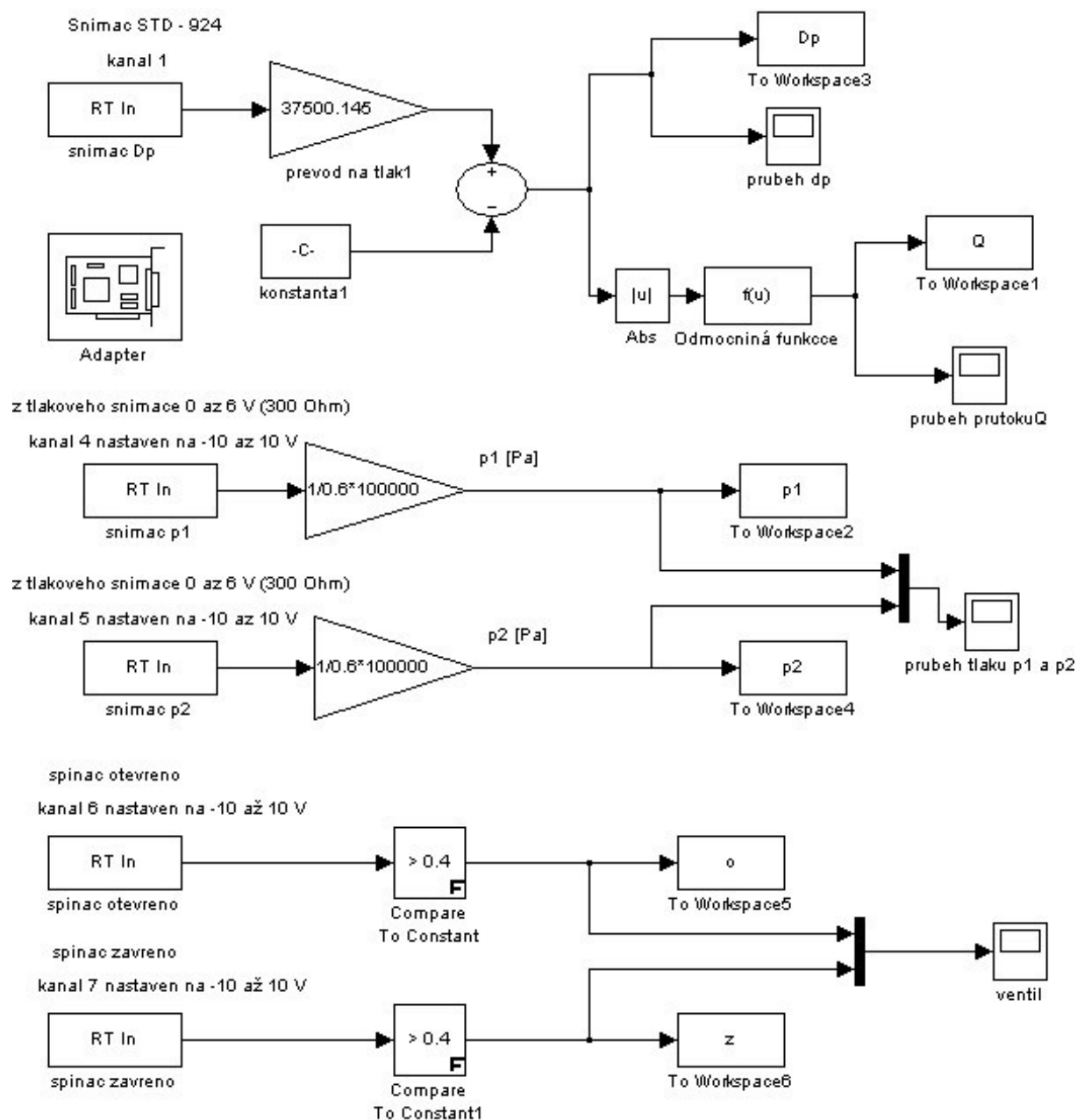
- Kanál 1 – Snímač tlakové difference ST 3000 STD 924
- Kanál 4 – Snímač tlaku p_1
- Kanál 5 – Snímač tlaku p_2
- Kanál 6 – Spínač polohy na uzavíracím ventilu, otevřeno
- Kanál 7 – Spínač polohy na uzavíracím ventilu, zavřeno

Vstupní bloky RT In jsou přiřazeny ke kanálům. Z těchto vstupních bloků vychází vstupní signál, který dále zpracováváme pomocí bloků pro zpracování signálu. V této fázi vynásobíme vstupní signál lineární regresní rovnicí, kterou zjistíme z cejchovní křivky diferenčního manometru ST 3000 STD924 a dostaneme hodnotu tlakové difference v pascálech (Pa).

Pro přepočet z tlakové difference na průtok, vynásobíme mocninou regresní funkci, kterou zjistíme z Cejchovní křivky clony.

Výstupní bloky Workspace slouží pro ukládání hodnot do souboru. Po skončení měření budou naměřené hodnoty uloženy do programu Microsoft Office Excel, kde z nich

bude vytvořen graf. Výstupní bloky průběhu slouží k rychlému zobrazení grafu z naměřených hodnot.



Obrázek 4.3: Program RAZ_STD924.mdl z prostředí Matlab Simulink (vlastní zpracování)

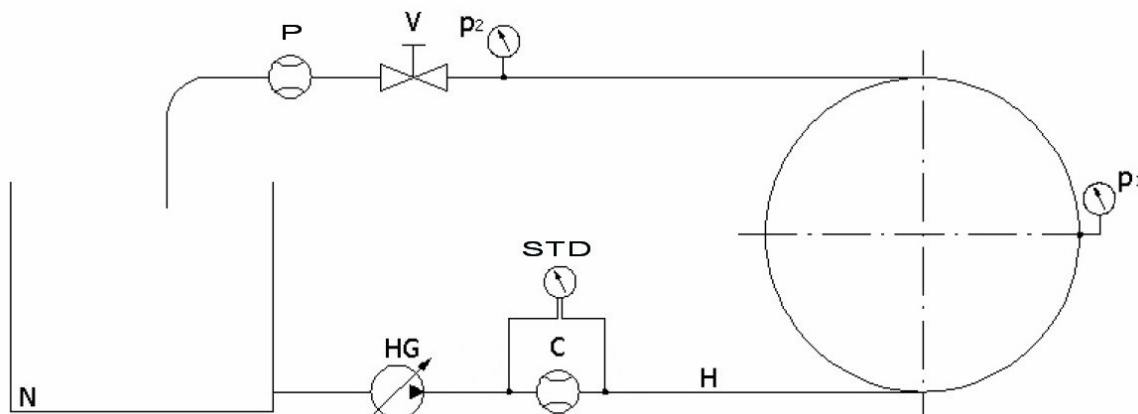
4.3 Přestavba obvodu pro měření hydraulického rázu

Při měření průtoku škrticími orgány musí být splněny určité pracovní podmínky. Látka musí být homogenní, musí mít stejnou teplotu, musí být tvořena jednou fází. Kapalina nesmí obsahovat tuhé částice. Potrubí musí být přímé v určité délce před a za měřidlem a nesmí v něm být umístěny žádné překážky rušící proudění. Potrubí musí být uvnitř hladké nebo musí mít drsnost získanou z výroby. Tekutina musí trvale vyplňovat celý prostor potrubí, škrcením nesmí nastávat fázová přeměna.

Při řešení úloh v hydromechanice se vychází z představy tekutiny jako spojitého a stejnorodého prostředí. Proto byly nakoupeny plastové díly a obvod (viz Obrázek 4.4) byl přestavěn z kovového potrubí na potrubí plastové, aby se zajistilo stále čisté kapaliny při měření.

4.3.1 Obvod pro měření průtoku při hydraulického rázu

Čerpadlo nasává vodu z instalované nádrže a vhání ji do systému. Na cloně za čerpadlem se měří rozdíl tlaků pomocí snímače tlakové difference ST 3000 STD924. Uprostřed délky hadice je umístěn snímač tlaku p_1 a na konci hadice je snímač tlaku p_2 . Za tímto snímačem je umístěn ventil, který umožňuje rychlé uzavření potrubí a dochází k hydraulickému rázu. Poloha ventilu zavřeno nebo otevřeno je snímána do počítače. Celková délka tratě od čerpadla k ventilu je přibližně $l=48\text{m}$. Analogový výstupní signál od snímačů tlaku a rozdílu tlaku je převáděn přes analogově-digitální převodník (karta AD 612 firmy Humusoft) do počítače.



Obrázek 4.4: Schéma obvodu pro měření průtoku při hydraulického rázu (vlastní zpracování)

4.3.2 Popis měřicího obvodu

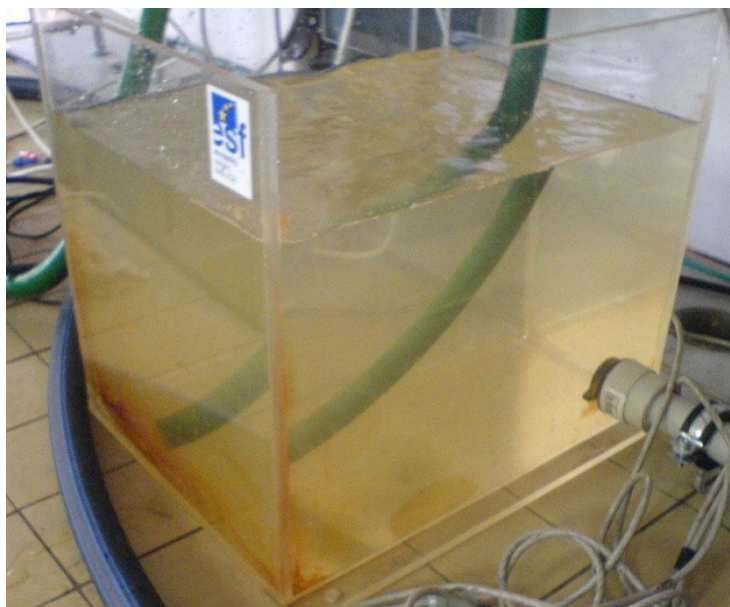
Zkušební obvod (viz Obrázek 4.3) pro měření průtoku při hydraulickém rázu se skládá z těchto prvků:

- Nádrž na vodu N
- Čerpadlo HG
- Snímače tlaku P_1 , P_2 ,
- Clona C
- Hadice H
- Ventil V
- Snímač tlakové difference STD
- Ultrazvukový průtokoměr P

4.3.3 Specifikace použitých prvků a snímačů

Nádrž N

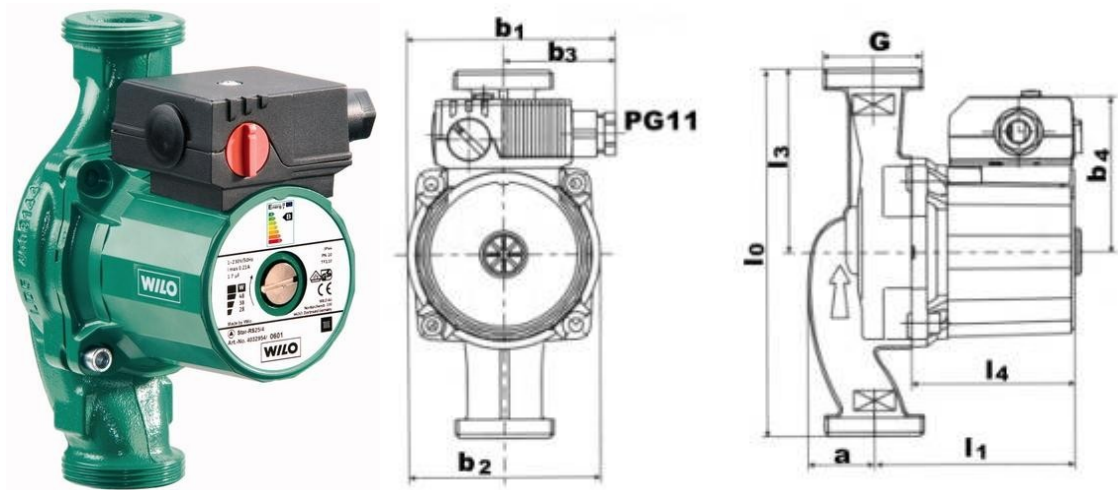
- Objem nádrže: 42 dm^3
- Výrobce: Valter Špalek-plexi



Obrázek 4.5: Nádrž N (vlastní zpracování)

Čerpadlo HG

- Typ: cirkulační čerpadlo
- WILO RS 25/4 230 V PN 10
- Maximální tlakový spád: 10 kPa
- Jmenovité otáčky: 1200, 1650, 2000 min⁻¹
- Výrobce: WILO



Obrázek 4.6: Čerpadlo WILO RS 25/4 230 V PN 10 [12]

Snímače tlaku ($p_1 - p_2$)

- Typ: TMxG 518 Z3G
- Rozsah: $(0 \div 1 \cdot 10^5)$ Pa
- Typ: TMVG 567 Z3G
- Rozsah: $(-1 \cdot 10^5 \div 5 \cdot 10^5)$ Pa
- Výstup: $(0 \div 20)$ mA
- Napájení: $(12 \div 36)$ V
- Závit: M12x1,5



Obrázek 4.7: Snímač tlaku [7]

Uzavírací ventil (V)

- Typ: kulový kohout DN25
- Tlaková třída: ANSI 800
- na ventilu jsou uchyceny 2 mechanické spínače s kladičkou pro snímání polohy
- výrobce: MARTECH Hradec Králové

**Obrázek 4.8: Uzavírací ventil [7]****Clona (C)**

- Vnitřní průměr clony: 16 mm
- Vnitřní průměr potrubí: 25,4 mm
- Výrobce: VŠB

**Obrázek 4.9: Clona s průřezem 16mm [7]**

Zdroj napětí (slouží pro napájení snímačů)

- Typ: BK125 (školní stabilizovaný zdroj)
- Napájení: 220V/50Hz

**Obrázek 4.10: Stabilizovaný zdroj BK 125 [7]****Hadice (H)**

- Typ: MP 20 EPDM
- Pracovní tlak 2 MPa
- Průměr 25/35 mm
- Hmotnost 0,6 kg.m-1
- Výrobce: KONEKT Hradec Králové

**Obrázek 4.11: Hadice MP 20 [13]****Snímač tlakové difference**

- Typ: ST 3000 STD924
- Výrobce: Honeywell
- Výstup: lineární nebo odmocninový (4÷20) mA

- Napájení: 11÷45 V DC
- Minimální rozsah: 0÷2,5 kPa
- Maximální rozsah: 0÷100 kPa
- Dovolené přetížení: 21MPa
- Základní přesnost: 0,075%



Obrázek 4.12 Snímač tlakové difference ST 3000 STD924 [2]

Ultrazvukový průtokoměr

- Typ: FLOMIC FL 1014
- výrobce: ELIS Plzeň
- Tlak: 1,6MPa
- Proudový výstup: (4÷20) mA
- Impulzní výstup: 10dm³/imp
- Napájení: 3,6V DC



Obrázek 4.13: Ultrazvukový průtokoměr (vlastní zpracování)

4.4 Cejchování diferenčního manometru a clony

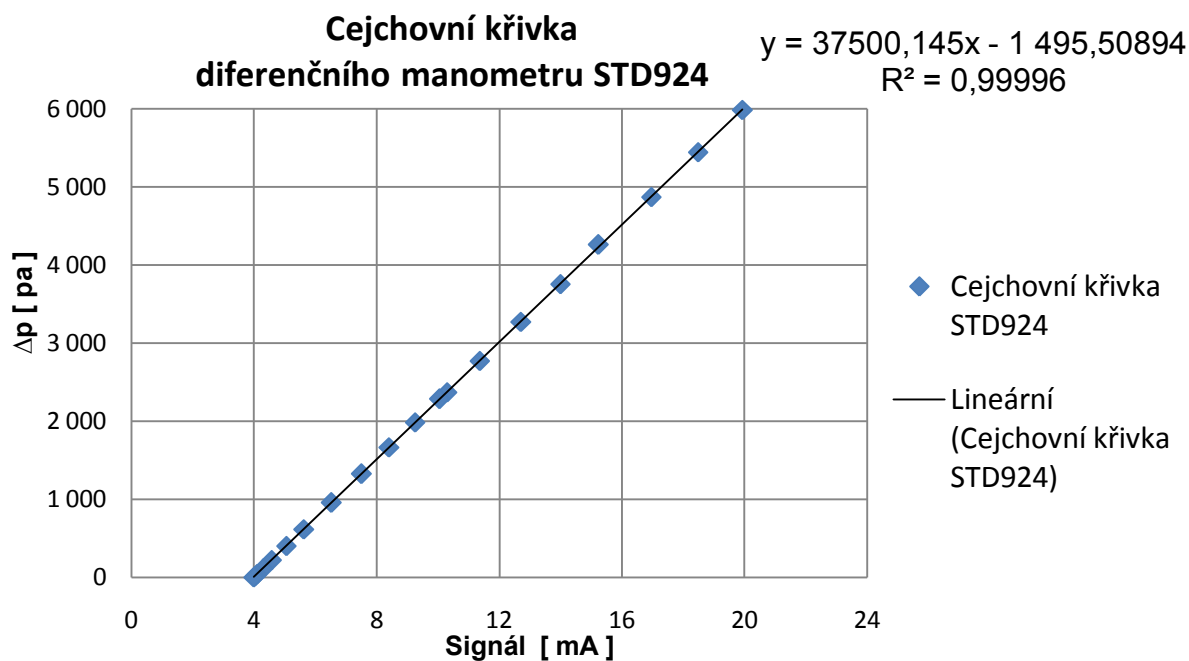
Pro zjištění závislosti výstupního signálu z diferenčního manometru na tlakovém spádu je nutné provést měření a vytvořit cejchovní křivku diferenčního manometru. V případě že měříme rychlost proudění kapaliny s použitím clony, je potřeba znát také tzv. cejchovní křivku clony, pomocí které lze stanovit průtok kapaliny v potrubí při tlakovém spádu na cloně.

Při měření se postupně přiškrcuje uzavírací ventil a zaznamenáváme hodnoty průtoku z ultrazvukového průtokoměru FLOMIC FL 1014 a výstupní signál z diferenčního manometru do tabulky (viz Tabulka 4.1).

		Signál mA	Δp kpa	Δp pa	Q m ³ ·h ⁻¹
Otáčky	Maximální	19,94	5,981	5981	0,95
		18,49	5,438	5438	0,90
		16,97	4,866	4866	0,85
	Střední	15,24	4,257	4257	0,80
		14,00	3,754	3754	0,75
		12,71	3,271	3271	0,70
		11,37	2,772	2772	0,65
		10,29	2,366	2366	0,60
	Minimální	10,06	2,282	2282	0,59
		9,26	1,981	1981	0,55
		8,41	1,663	1663	0,50
		7,51	1,323	1323	0,45
		6,53	0,954	954	0,38
		5,63	0,613	613	0,30
		5,06	0,400	400	0,25
		4,58	0,218	218	0,18
		4,30	0,113	113	0,14
		4,10	0,038	38	0,09
		4,03	0,012	12	0,04
Uzavřeno		4.00	0,000	0	0,00

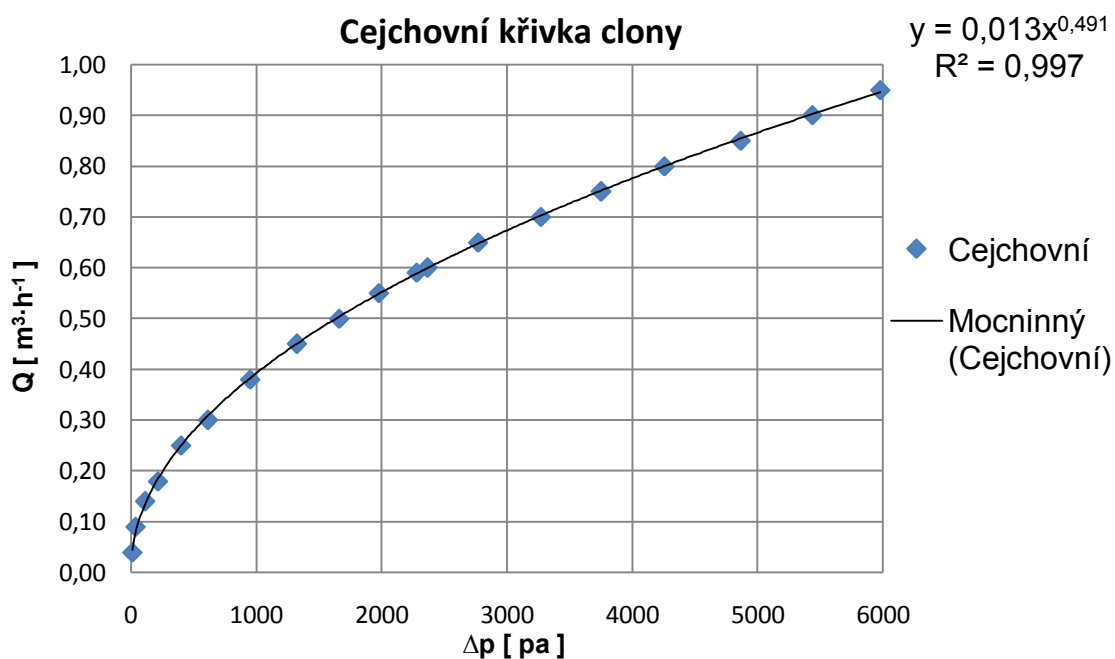
Tabulka 4.1: Pro cejchovní křivky (vlastní zpracování)

Naměřené hodnoty jsme vynesli do grafu v programu Microsoft Excel a proložili vhodnou regresní křivkou. V grafu (viz Graf 4.1) je cejchovní křivka diferenčního manometru proložena lineární funkcí.



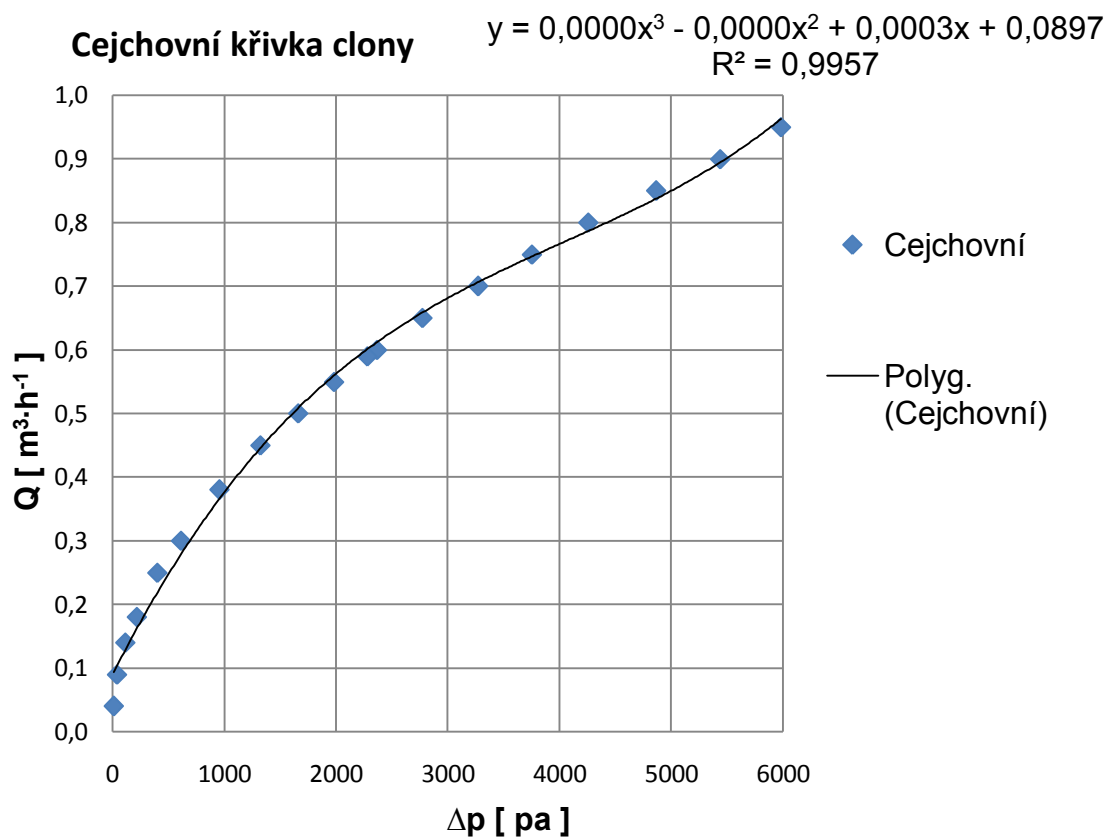
Graf 4.1: Cejchovní křivka diferenčního manometru STD924 (vlastní zpracování)

Cejchovní křivka clony s proloženou mocninou regresní funkcí (viz Graf 4.2).



Graf 4.2: Cejchovní křivka clony mocninová funkce (vlastní zpracování)

Cejchovní křivka clony s proloženou polynomicou regresní funkcí (viz Graf 4.3)



Graf 4.3: Cejchovní křivka clony polynomická funkce (vlastní zpracování)

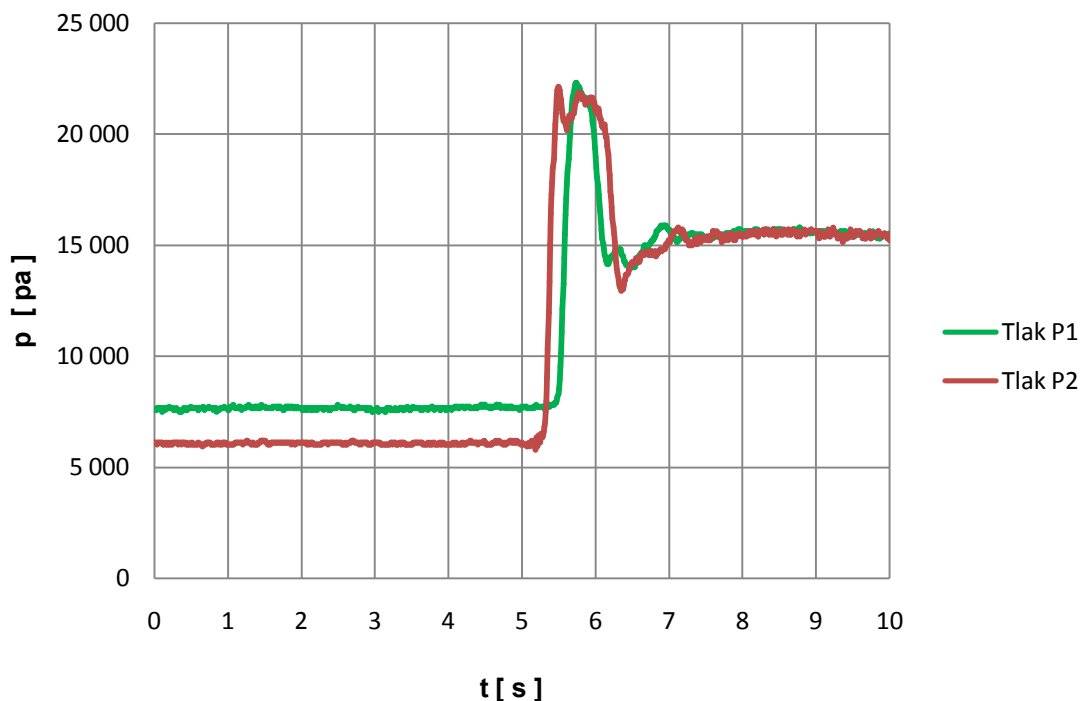
Mocninná funkce je přesnější, protože má vyšší hodnotu spolehlivosti než polynomická funkce.

4.5 Postup měření dynamického průtoku

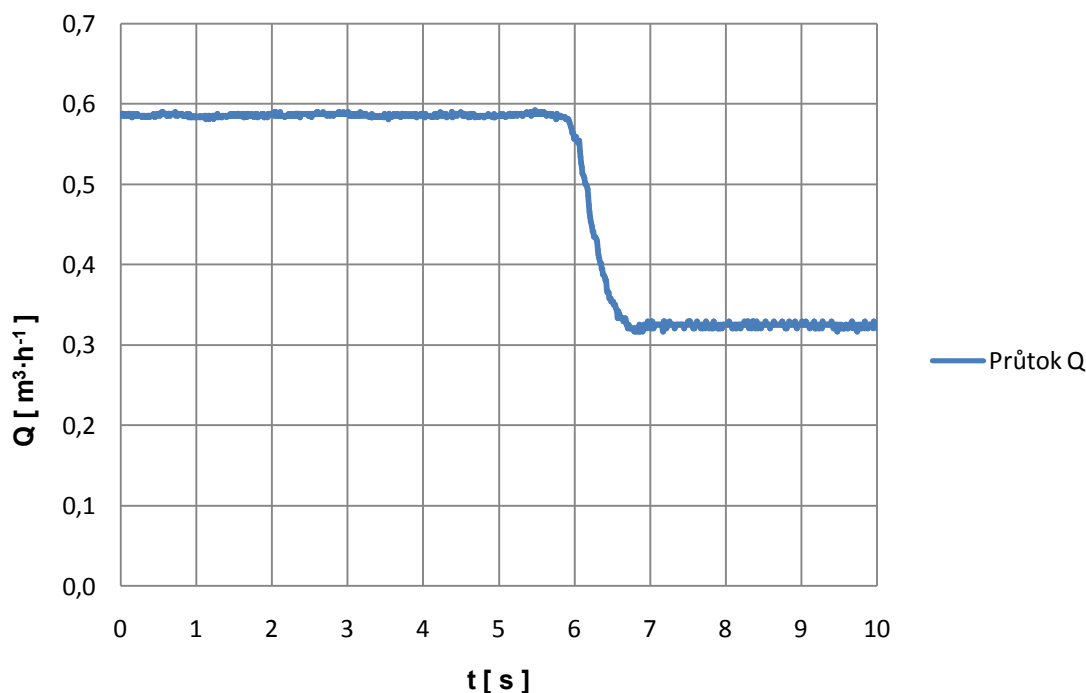
- ujistíme se o správném zapojení napájení a snímačů
- zapneme počítač a spustíme software Matlab Simulink 6.5
- otevřeme program RAZ_STD924.mdl
- zapneme čerpadlo a nastavíme požadované otáčky
- spustíme měření, které je nastaveno na 10s
- v průběhu měření uzavřeme ventil, nastane hydraulický ráz

5 Grafické zpracování výsledků

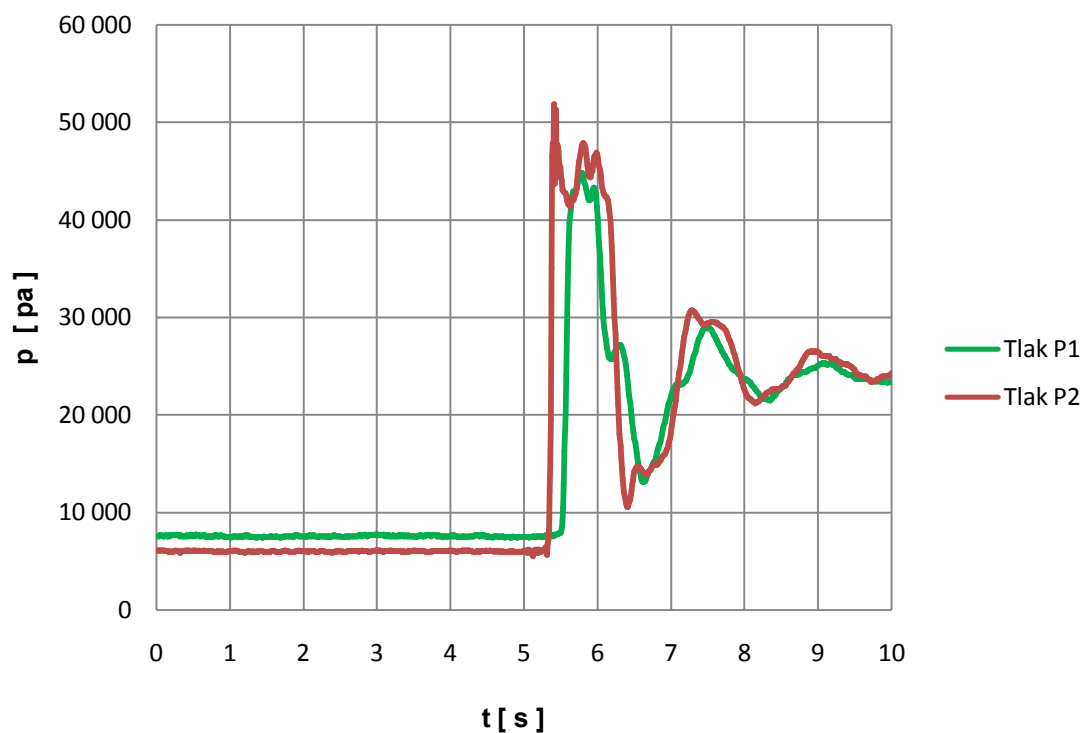
Měření proběhlo při minimálních, středních a maximálních otáčkách čerpadla, pro každé otáčky byl vytvořen částečný a úplný ráz.



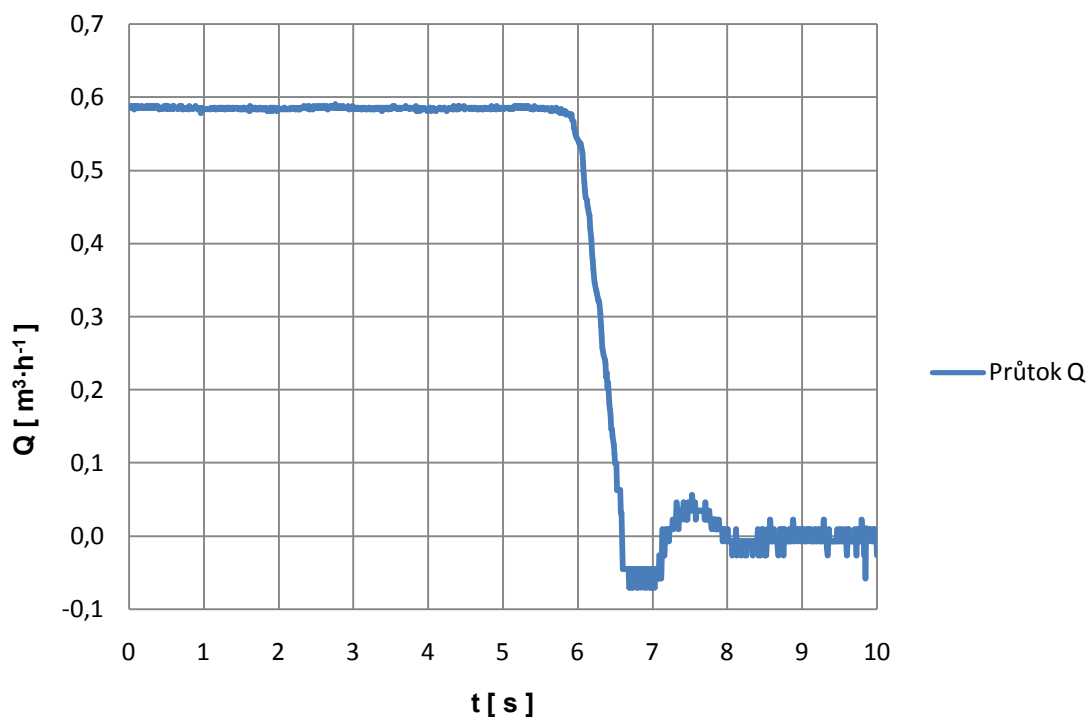
Graf 5.1: Průběh tlaků při minimálních otáčkách s částečně uzavřeným ventilem (vlastní zpracování)



Graf 5.2: Průběh průtoku při minimálních otáčkách s částečně uzavřeným ventilem (vlastní zpracování)



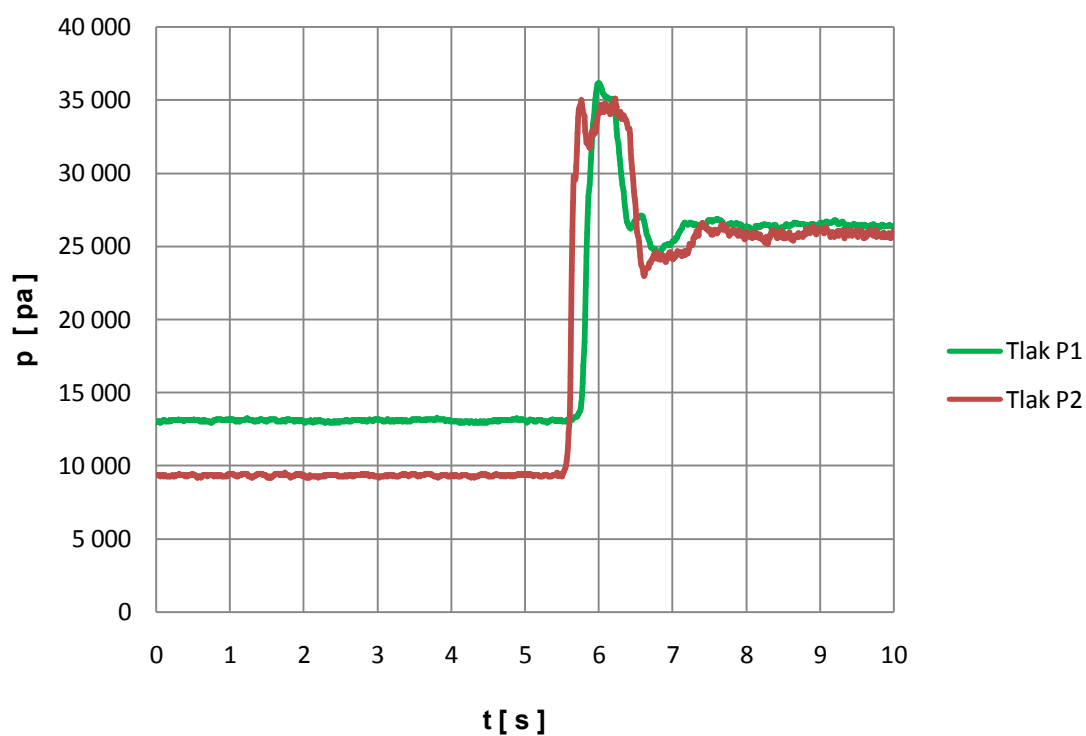
Graf 5.3: Průběh tlaků při minimálních otáčkách s úplným uzavřením ventilu (vlastní zpracování)



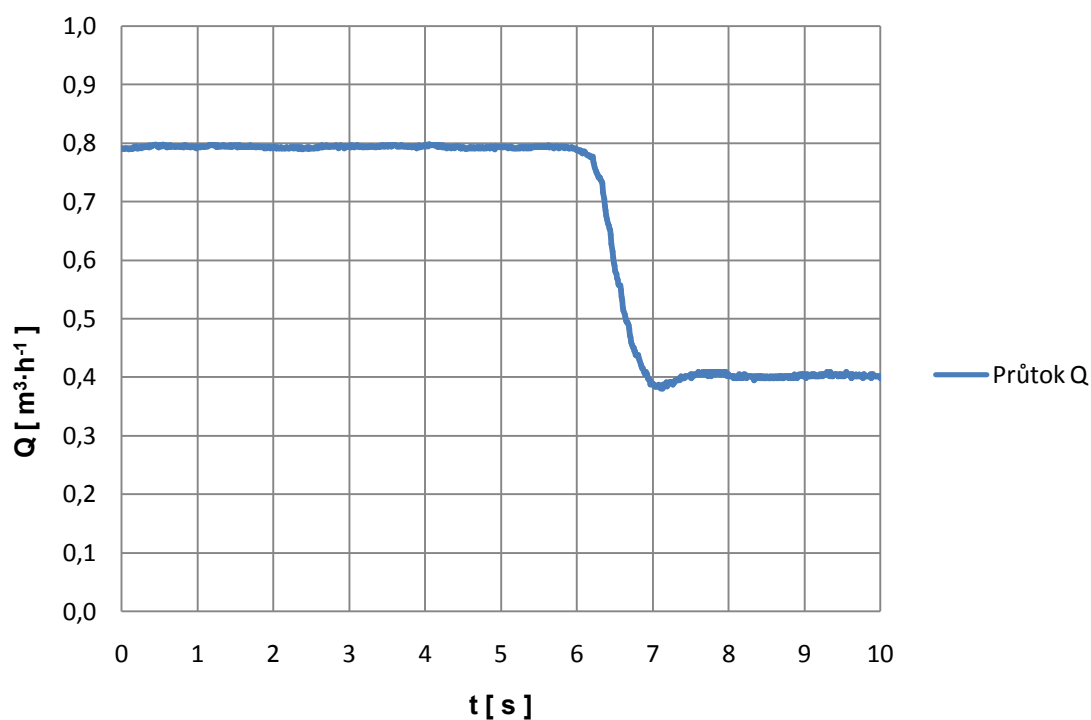
Graf 5.4: Průběh průtoku při minimálních otáčkách s úplným uzavřením ventilu (vlastní zpracování)

Diferenční manometr měřil pouze kladné hodnoty tlakové difference, proto je oříznuta spodní vlna kmitu průtoku.

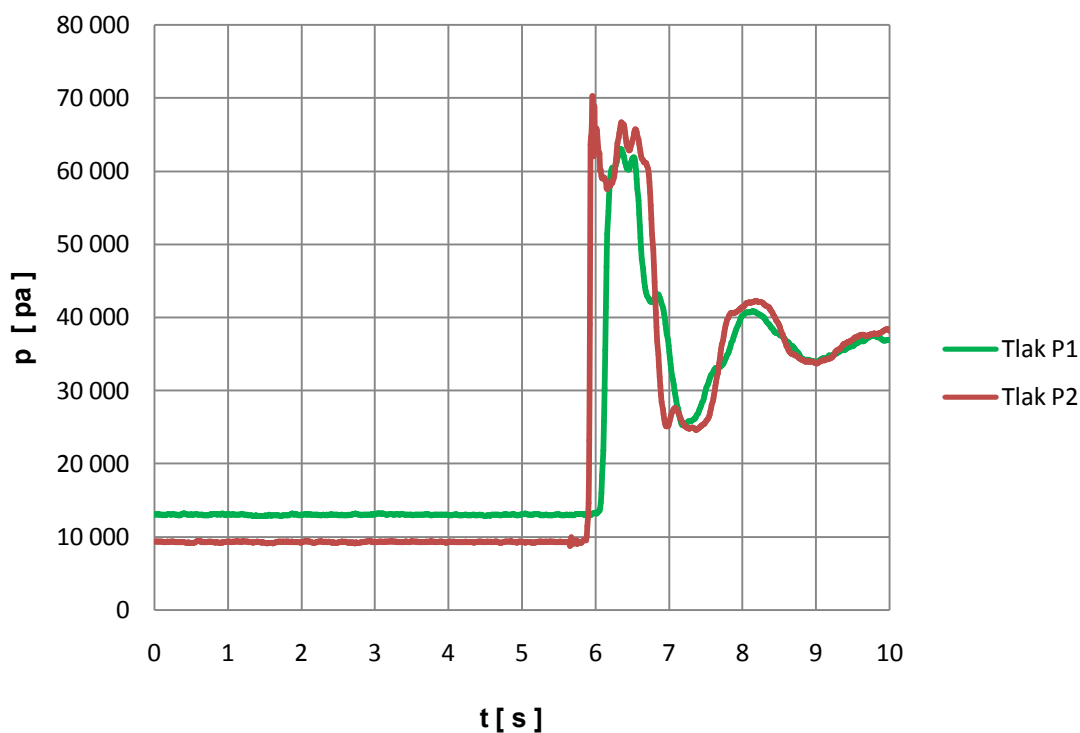
Průběh tlaků p_1 , p_2 a průtoku Q při středních otáčkách.



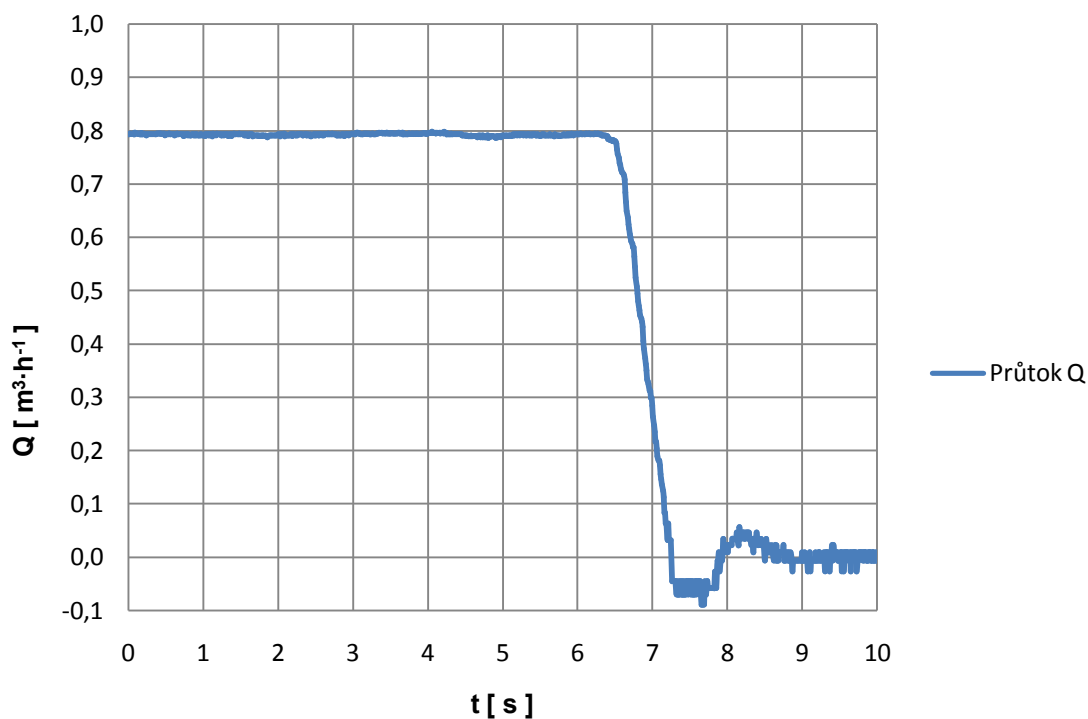
Graf 5.5: Průběh tlaků při středních otáčkách s částečně uzavřeným ventilem (vlastní zpracování)



Graf 5.6: Průběh průtoku při středních otáčkách s částečně uzavřeným ventilem (vlastní zpracování)



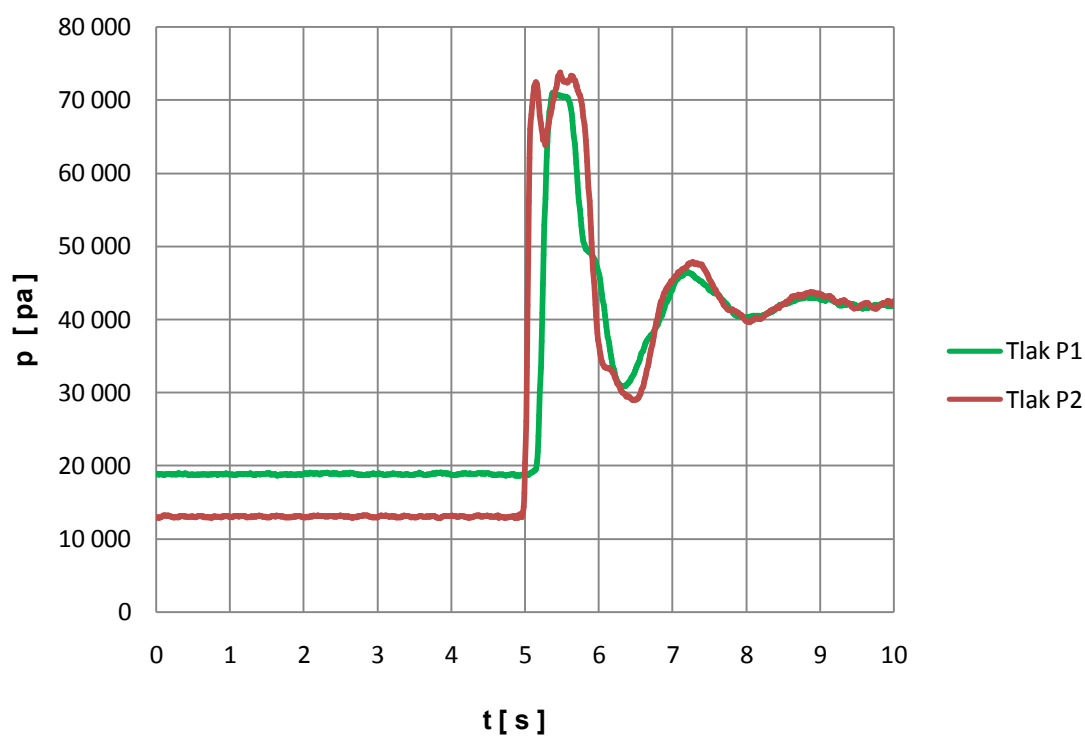
Graf 5.7: Průběh tlaků při středních otáčkách s úplným uzavřením ventilu (vlastní zpracování)



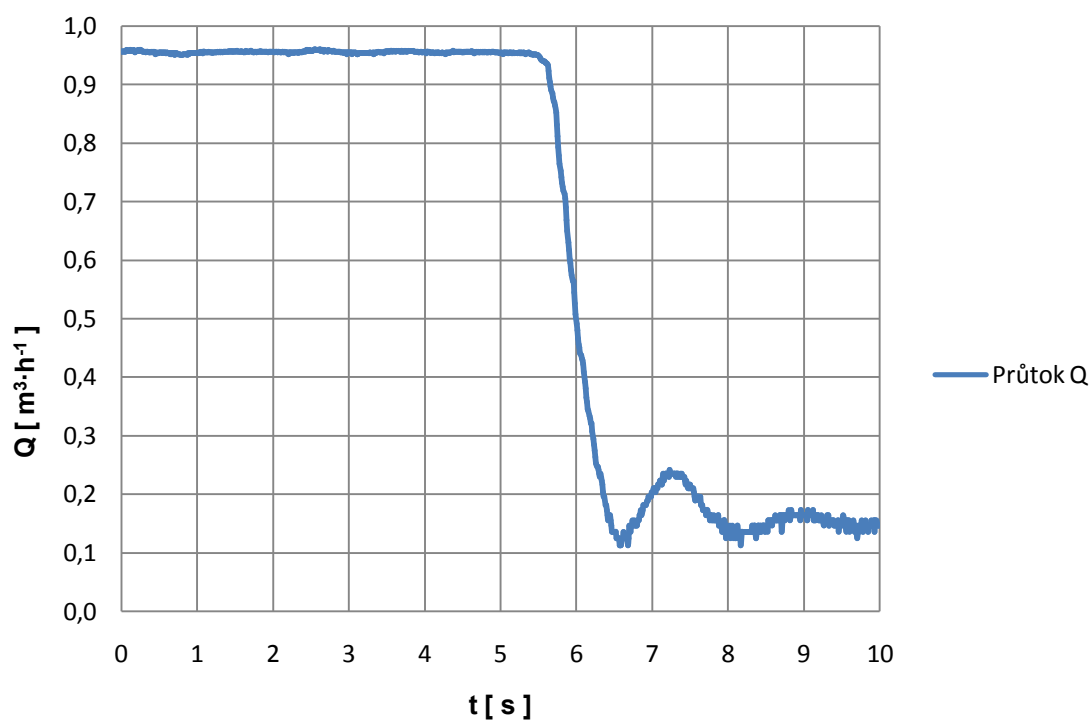
Graf 5.8: Průběh průtoku při středních otáčkách s úplným uzavřením ventilu (vlastní zpracování)

Diferenční manometr měřil pouze kladné hodnoty tlakové difference, proto je oříznuta spodní vlna kmitu průtoku.

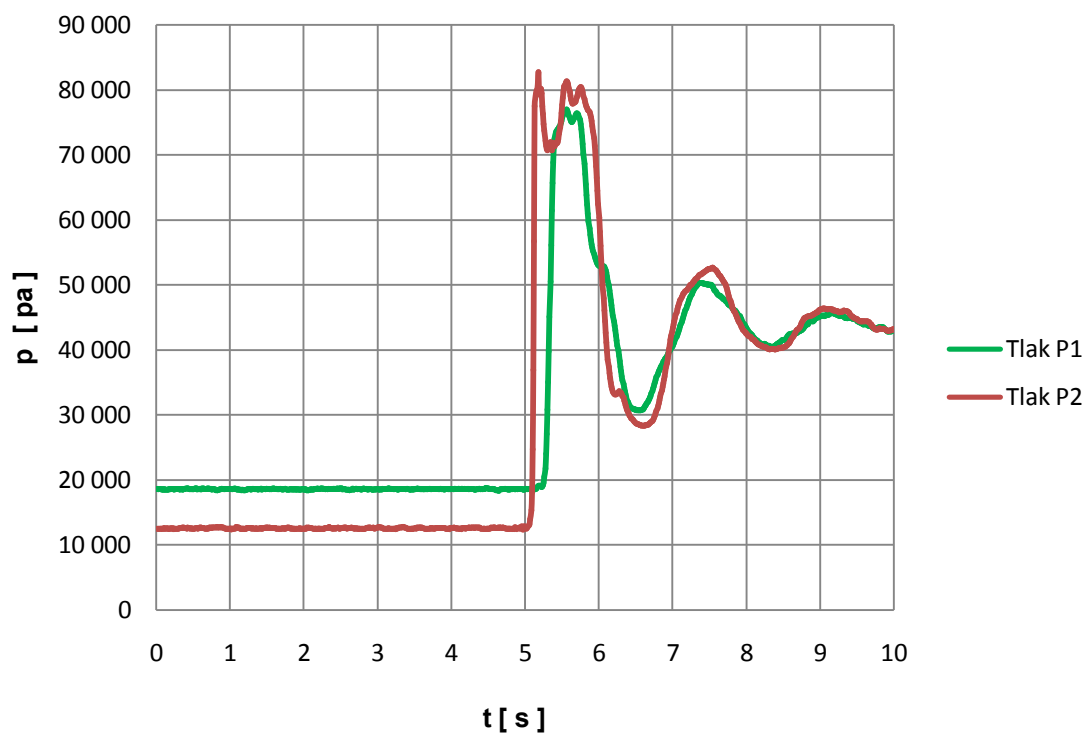
Průběh tlaků p_1 , p_2 a průtoku Q při maximálních otáčkách.



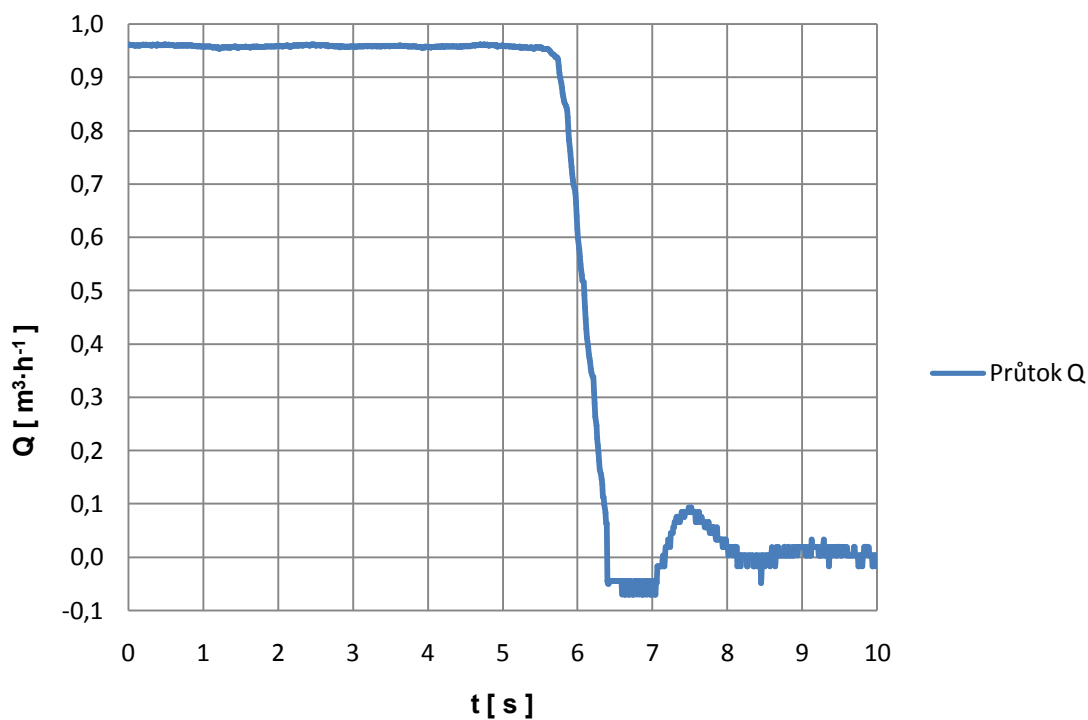
Graf 5.9: Průběh tlaků při maximálních otáčkách s částečně uzavřeným ventilem (vlastní zpracování)



Graf 5.10: Průběh průtoku při maximálních otáčkách s částečně uzavřeným ventilem (vlastní zpracování)



Graf 5.11: Průběh tlaků při maximálních otáčkách s úplným uzavřením ventilu (vlastní zpracování)



Graf 5.12: Průběh průtoku při maximálních otáčkách s úplným uzavřením ventilu (vlastní zpracování)

Diferenční manometr měřil pouze kladné hodnoty tlakové difference, proto je oříznuta spodní vlna kmitu průtoku.

6 Závěr

V úvodní části této bakalářské práce popisují základní pojmy pro měření průtoku. Popsal jsem základní principy nejznámějších průtokoměrů vhodné pro měření neustáleného proudění. Hlavní pozornost jsem věnoval snímači tlakové difference, který byl nastaven v programu SCT 3000 a snímané hodnoty byly zpracovávány v softwaru Matlab Simulink.

Cílem této bakalářské práce bylo změřit dynamický průtok při hydraulickém rázu pomocí diferenčního manometru ST 3000 STD924. Tento moderní přístroj nahradil dva snímače tlaku, ze kterých se odečítal tlakový spád. Toto měření mělo nevýhodu ve velké nepřesnosti a zašumění signálu. Byl změněn také měřicí obvod, kovové potrubí bylo nahrazeno plastovým. Byla vyrobena nová příruba pro clonu, aby odběry tlaků byly umístěny co nejbližší k cloně.

Měření proběhlo při různých nastavení otáček čerpadla 1200, 1650, 2000 min⁻¹. Pro každé otáčky jsou 2 měření, s částečně uzavřeným ventilem a s úplným uzavřeným ventilem.

Literatura

- [1] Drábková, S. Kozubková, M.: Cvičení z mechaniky tekutin. Ostrava. Skripta Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2002. 145 s. ISBN 80-248-0039-X.
- [2] Technická dokumentace ke snímači tlakové difference ST 3000 STD924 firmy Honeywell. [online]. Dostupné z: <http://hpsweb.honeywell.com/Cultures/en-US/Products/Instrumentation/pressure/st3000s900dp/default.htm>
- [3] Aplikace SCT 3000 Smartline Configuration Toolkit [online]. Dostupné z: <http://hpsweb.honeywell.com/Cultures/en-US/Products/Instrumentation/pressure/SCT/SoftwareDownloads/documents.htm>
- [4] Omega. *Průtokoměry: přístroje pro měření průtoku*. [online]. Dostupné z: <http://www.omegaeng.cz/prodinfo/flowmeters.html>
- [5] Kadlec, K. Kmínek, M.: *Technologická měření - Měření průtoku a proteklého množství* [online]. Dostupné z: <http://uprt.vscht.cz/ucebnice/mrt/F4/F4k45-prut.htm#k455>
- [6] Průtokoměry. Indukční a ultrazvukové průtokoměry [online]. Dostupné z: <http://www.badgermeter.cz/>
- [7] Kozubková, M. a kol.: Mechanika tekutin - návody pro laboratorní měření. Skriptum Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2007. 113 s.
- [8] Janalík, J.: *Měření tekutinových mechanismů*. Skripta Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 1995. 152 s.
- [9] Bojko, M. Kozubková, M. Rautová, J.: *Základy hydromechaniky a zásobování hasiv*. Skripta. VŠB-TU Ostrava, 2008. 198 s. ISBN 978-80-7385-033-3.
- [10] ZPA NOVÁ PAKA Ventilová souprava 9642514, Technická dokumentace. [online]. Dostupné z: <http://www.zpanp.cz/cs/produkty-a-sluzby/ventilovy-program/ventilovy-program--prislušenstvi/souprava-ventilova/49/>
- [11] KOZUBKOVÁ, M. Matematické modely kavitace a hydraulických rázu. Monografie. 1. vydání, Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2009. 130 s. ISBN 978-80-248-2043-9.
- [12] Regulus cirkulační čerpadlo WILO RS 25/4 230 V PN 10 Technická dokumentace. [online]. Dostupné z: <http://www.regulus.cz/uvod.html>
- [13] KONEKT Hradec Králové, Hadice typ MP 20 EPDM. [online]. Dostupné z: <http://www.konekt-hk.cz/prumyslove-hadice/voda-vzduch-pryz/12-mp-epdm.html>

Seznam obrázků

Obrázek 2.1: Clona, dýza, Venturiho trubice [5]	9
Obrázek 2.2: Clona, odběr tlaků [5]	9
Obrázek 2.3: Clona s průřezem 16mm [7]	10
Obrázek 3.1: Princip indukčního průtokoměru [5]	13
Obrázek 3.2: Indukční průtokoměr [5]	14
Obrázek 3.3: Umístění indukčního průtokoměru na potrubí [5]	15
Obrázek 3.4: Princip ultrazvukového průtokoměru využívající Dopplerova jevu [5]	16
Obrázek 3.5: Princip měření doby průchodu médiem [5]	16
Obrázek 3.6: Snímač tlakové difference ST 3000 STD924 [2]	17
Obrázek 3.7: Pěticečná ventilová souprava 9642514 [10]	18
Obrázek 3.8: Schéma připojení odvzdušňovací soupravy k diferenčnímu manometru [5]	19
Obrázek 3.9: Clona s průřezem 16mm [7]	20
Obrázek 4.1: SCT 3000 Smartline® Configuration Toolkit [3]	21
Obrázek 4.2: SCT 3000 Smartline® Configuration Toolkit 2 [3]	22
Obrázek 4.3: Program RAZ_STD924.mdl z prostředí Matlab Simulink (vlastní zpracování)	24
Obrázek 4.4: Schéma obvodu pro měření průtoku při hydraulického rázu (vlastní zpracování)	25
Obrázek 4.5: Nádrž N (vlastní zpracování)	26
Obrázek 4.6: Čerpadlo WILO RS 25/4 230 V PN 10 [12]	27
Obrázek 4.7: Snímač tlaku [7]	27
Obrázek 4.8: Uzavírací ventil [7]	28
Obrázek 4.9: Clona s průřezem 16mm [7]	28
Obrázek 4.10: Stabilizovaný zdroj BK 125 [7]	29
Obrázek 4.11: Hadice MP 20 [13]	29
Obrázek 4.12: Snímač tlakové difference ST 3000 STD924 [2]	30
Obrázek 4.13: Ultrazvukový průtokoměr (vlastní zpracování)	30

Seznam grafů

Graf 2.1: Závislost α na m [5]	11
Graf 2.2: Závislost α na Re [5]	12
Graf 4.1: Cejchovní křivka diferenčního manometru STD924 (vlastní zpracování)	32
Graf 4.2: Cejchovní křivka clony mocinná funkce (vlastní zpracování)	32
Graf 4.3: Cejchovní křivka clony polynomiální funkce (vlastní zpracování)	33
Graf 5.1: Průběh tlaků při minimálních otáčkách s částečně uzavřeným ventilem (vlastní zpracování)	34
Graf 5.2: Průběh průtoku při minimálních otáčkách s částečně uzavřeným ventilem (vlastní zpracování)	34
Graf 5.3: Průběh tlaků při minimálních otáčkách s úplným uzavřením ventilu (vlastní zpracování)	35
Graf 5.4: Průběh průtoku při minimálních otáčkách s úplným uzavřením ventilu (vlastní zpracování)	35
Graf 5.5: Průběh tlaků při středních otáčkách s částečně uzavřeným ventilem (vlastní zpracování)	36

Graf 5.6: Průběh průtoku při středních otáčkách s částečně uzavřeným ventilem (vlastní zpracování)	36
Graf 5.7: Průběh tlaků při středních otáčkách s úplným uzavřením ventilu (vlastní zpracování)	37
Graf 5.8: Průběh průtoku při středních otáčkách s úplným uzavřením ventilu (vlastní zpracování)	37
Graf 5.9: Průběh tlaků při maximálních otáčkách s částečně uzavřeným ventilem (vlastní zpracování)	38
Graf 5.10: Průběh průtoku při maximálních otáčkách s částečně uzavřeným ventilem (vlastní zpracování) ..	38
Graf 5.11: Průběh tlaků při maximálních otáčkách s úplným uzavřením ventilu (vlastní zpracování)	39
Graf 5.12: Průběh průtoku při maximálních otáčkách s úplným uzavřením ventilu (vlastní zpracování)	39

Seznam tabulek

Tabulka 4.1: Pro cejchovní křivky (vlastní zpracování)	31
--	----

Seznam příloh

Příloha 1: Připojení vodičů a napájení k diferenčnímu manometru	44
Příloha 2: Program STC 3000 Smartline Configuration Toolkit	48
Příloha 3: Instrukce STC 3000 Smartline Configuration Toolkit	50

Přílohy

Příloha 1: Připojení vodičů a napájení k diferenčnímu manometru

4 Connect the Wiring and Power Up

4.1 Summary

The transmitter is designed to operate in a two-wire power/current loop with loop resistance and power supply voltage within the operating range shown in Figure 13.

Loop wiring is connected to the transmitter by simply attaching the positive (+) and negative (–) loop wires to the positive (+) and negative (–) SIGNAL screw terminals on the terminal block in the transmitter's electronics housing shown in the table in Section 4.2.

Each transmitter includes an internal ground terminal to connect the transmitter to earth ground. A ground terminal can be optionally added to the outside of the electronics housing. While it is not necessary to ground the transmitter for proper operation, we suggest that you do so to minimize the possible effects of "noise" on the output signal and provide additional protection against lightning and static discharge damage.

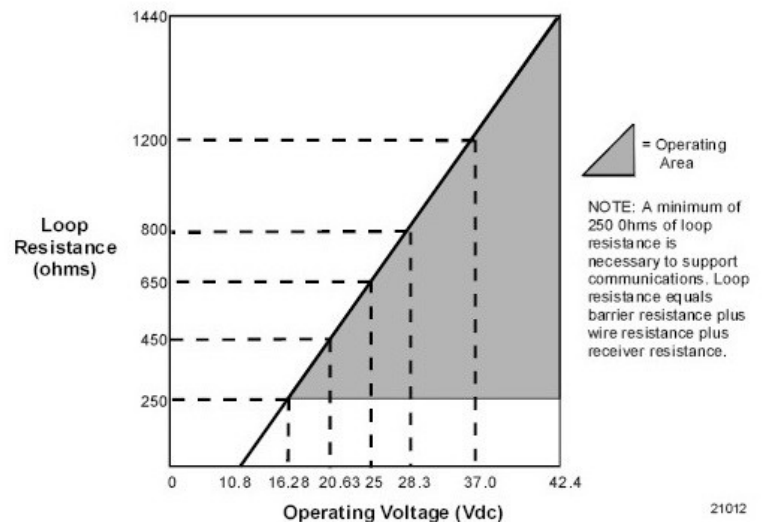


Figure 13

4.2 Wiring Connections

This procedure shows the steps for connecting power to the transmitter.



For loop wiring and external wiring diagrams, refer to the installation drawings presented in the Transmitter Manual.

Detailed drawings are provided for transmitter installation in non-intrinsically safe areas and for intrinsically safe loops in hazardous area locations.

ATTENTION

All wiring must comply with local codes, regulations, and ordinances.



If you will be using the transmitter in a hazardous area, be sure to review the hazardous location reference data included in Appendix B of the transmitter manual before operating the transmitter.

Step	Action
1	Loosen end-cap lock using a 1.5 mm allen wrench and remove end-cap cover from terminal block end of transmitter housing.
2	Feed loop power leads through one of conduit entrances on either side of transmitter housing. Plug whichever entrance you do not use. ATTENTION The transmitter accepts up to 16 AWG wire.
3	Observing polarity, connect positive loop power lead to SIGNAL + terminal and negative loop power lead to SIGNAL - terminal. EXAMPLE - CONNECTING LOOP POWER TO TRANSMITTER.
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>3-screw terminal block</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>5-screw terminal block (option LP)</p> </div> </div>	
4	Replace end-cap, and tighten end-cap lock.

4.3 Lightning Protection

When your transmitter is equipped with optional lightning protection, you must connect a wire from the transmitter to ground as shown in Figure 14 to make the protection effective. We recommend that you use a size 8 (American Wire Gage) or (8.37mm²) bare or green covered wire.

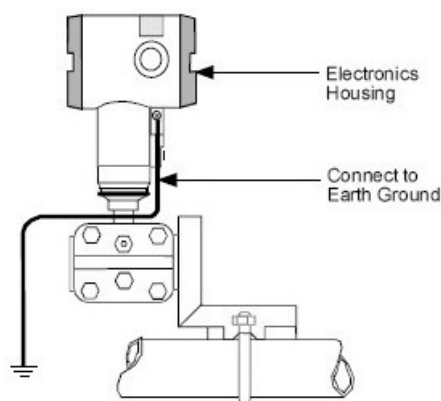


Figure 14

5.2 Establishing Communications

SFC connection rules

- Always plug the SFC leads into the jack on the SFC before you connect them to the transmitter.
- Use this formula to find the maximum filter capacitance allowed across the sense resistor (250 ohm minimum) for SFC communications to work.

$$C (\mu\text{F}) = 1000 / R_{\text{sense}}$$

Connecting SFC

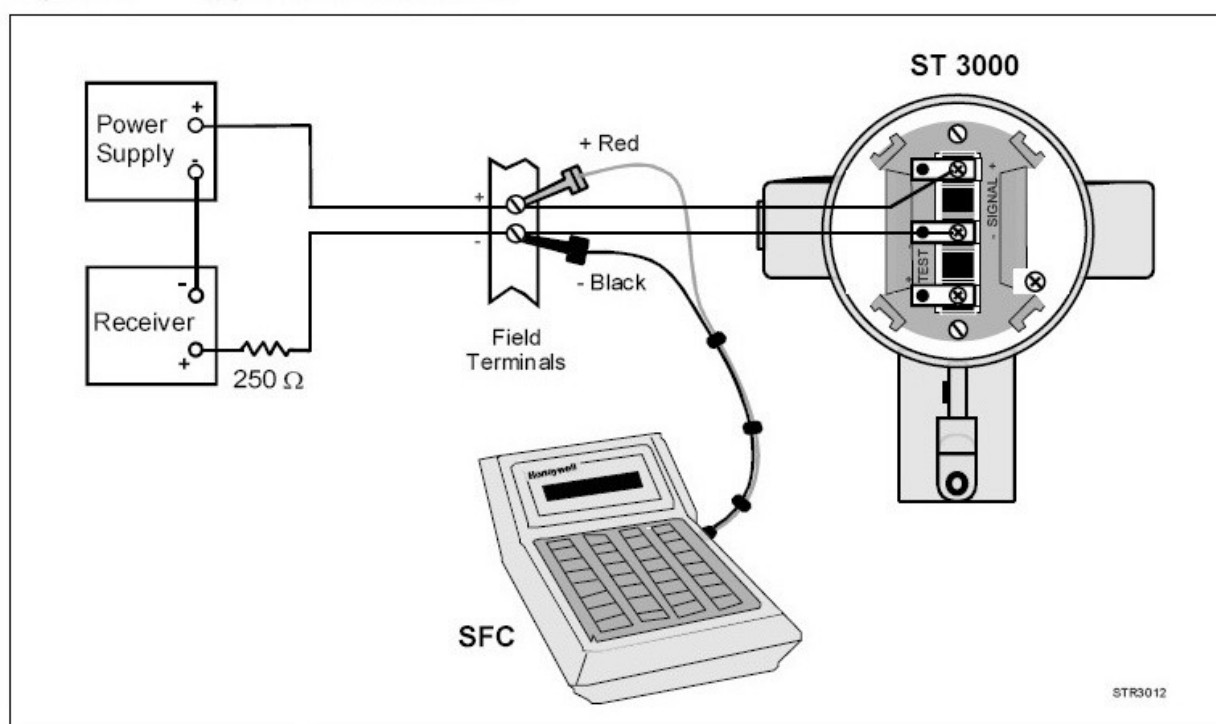
Using either leads with alligator clips or easy-hooks supplied with the SFC, you connect the SFC directly to signal terminals on the transmitter's terminal block or at any convenient location in the 4 to 20 milliampere line. Observing polarity, connect the red lead to positive (+) and the black lead to negative (-).

WARNING

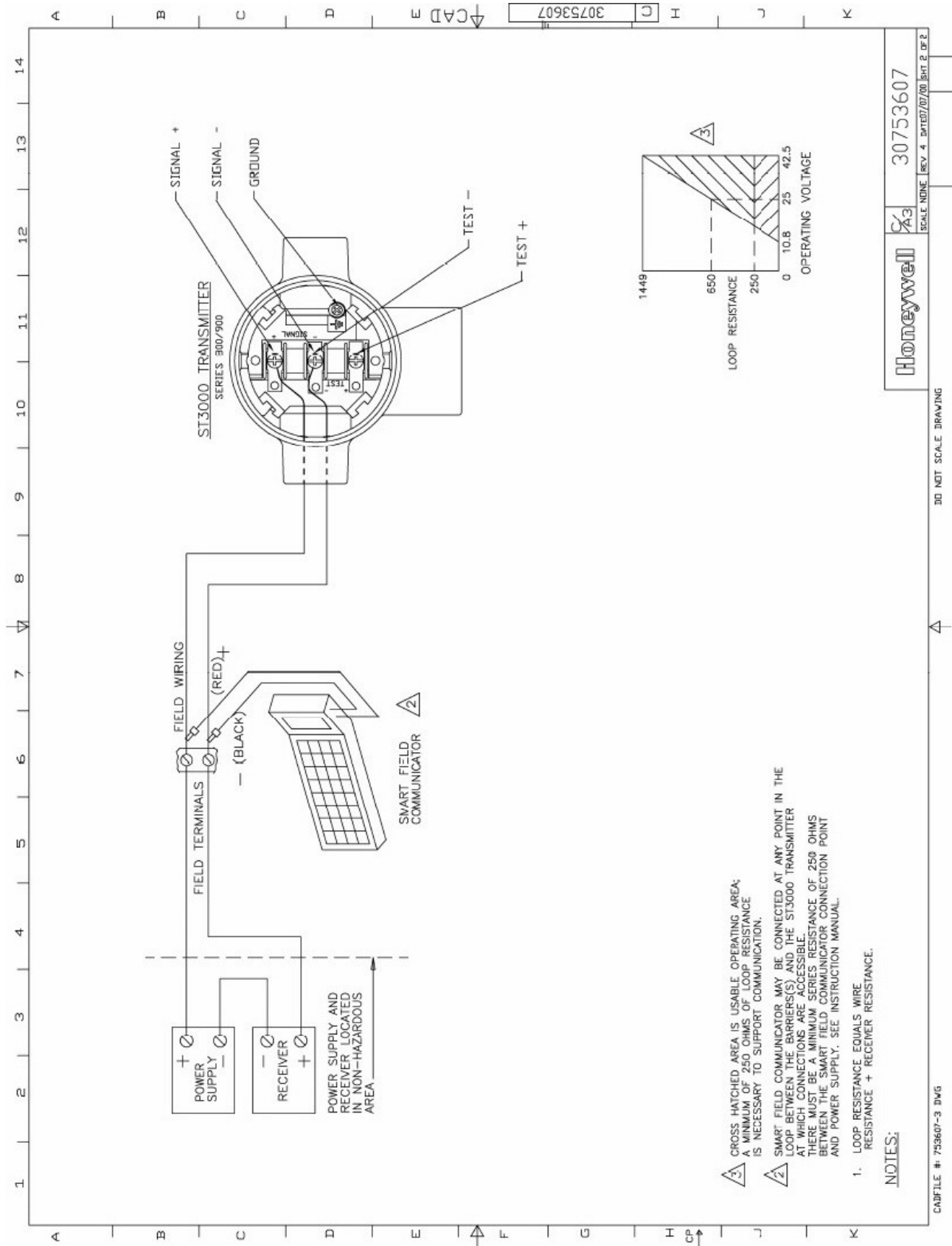
When the transmitter's end-cap is removed, the housing is not explosionproof.

Figure 19 shows typical SFC connections across loop wiring to the ST 3000 transmitter. (Non-lightning protection terminal connections shown.)

Figure 19 Typical SFC Connections.




Continued on next page



Příloha 2: Program STC 3000 Smartline Configuration Toolkit

SCT 3000Smartline Configuration Toolkit
Model SCT 10134-CT-03-02
01/06**Specification and Model
Selection Guide**

Description	
<p>The Smartline Configuration Toolkit is a PC-based engineering and maintenance tool designed specifically for use with Honeywell's Smartline® family of field instrumentation products. The SCT 3000 is a Windows™-based software program that allows easy access to all Smartline configuration database parameters. Familiar Windows tools are employed in the SCT 3000 for increased user productivity, and include an on-line user manual and context sensitive help for first-time users. The SCT 3000 runs on PCs with Windows 95, Windows 98, or Windows NT 4.0 operating systems.</p>	 <p><i>Figure 1 —The SCT 3000 Engineering and Maintenance Software application operating on a laptop PC communicates with a variety of Honeywell Smart field devices and provides easy access to all Smartline configuration database parameters.</i></p>

Function	
<p>The SCT 3000 communicates with the following Honeywell Smartline products</p> <ul style="list-style-type: none"> • ST 3000 Pressure Transmitters * • STT 3000 Temperature Transmitters, which include the STT150, STT250 and STT350 Series • SMV 3000 Multivariable Transmitters • MagneW and MagneW <i>PLUS</i> Electromagnetic Flowmeters <p>Windows-based displays Device database parameters are arranged and presented in logically grouped “tab card” displays. Even the casual user can easily navigate through database configuration without the need for prior training, user manuals or previous experience.</p>	<p>On-line and Off-line Modes You can setup field device databases in either on-line or off-line modes. The off-line mode allows you to configure and store device databases before receipt of the field devices. In the on-line mode, you can download the stored databases to the devices and perform on-line functions such as:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Configuration and device diagnosis • Calibration • Display of device parameters • Device check out • Selection of the Communications Mode. <p>Built-in Database Templates Default database templates are provided for each type of field device. Templates simplify and greatly reduce configuration time, effort and error by providing a logical starting point.</p>

Features	
Database Verification Database parameters are checked for “reasonable” values automatically to help avoid mistakes. The SCT 3000 compares and detects differences between the device database and the SCT database providing assurance of proper installation.	Monitoring Graphical controls are employed so you can monitor the operating status of Smartline field devices. A display window shows you values of input PVs, output PVs and SVs of the connected device in real time.
Flow Wizard The SCT 3000 includes a wizard that provides considerable time savings and ease of use for users wishing to configure a transmitter. By providing responses to configuration questions and choices in a step-by-step progression, you can configure the flow process variable in a Smart Multivariable Transmitter (SMV 3000). Upon completion, a configuration solution is generated by the wizard that can be downloaded to the field device.	Hardware and Software Included The SCT 3000 is a bundled package that includes the hardware and software to connect and communicate with Smartline field devices. Standard hardware includes a Smartline Option Module that consists of a PCMCIA TypeII interface card, line interface module and connecting cables. An optional RS-232 interface (option ST) is required when using the SCT 3000 application to communicate with the STT150 temperature transmitter.
* Will not communicate with older ST 3000 transmitters that are analog only and contain software version 2.2 or earlier, or version 6.1 or earlier.	

System Requirements	
The SCT 3000 software application runs on a variety of commercially-available portable or desktop computer platforms that may also be shared with other applications. This table lists the system capabilities needed to install and operate the SCT 3000 application.	
<u>PC Specification</u>	<u>Computer: Laptop or Desktop PC</u>
CPU	Pentium 90 MHz or better
Display	SVGA (Monochrome or Color)
Operating System	Windows 95, Windows 98 or Windows NT 4.0 (Note: Windows 95b or greater is recommended.)
Pointing Device	Mouse or trackball-compatible device
Power Source	<i>Laptop PC</i> Battery powered (see Note 1) <i>Desktop PC</i> AC powered (see Note 1)
RAM	16 MB (32MB recommended). See Note 2.
Application Size	12 MB (application) + 5 kB per database file
Floppy Disk Drive	<i>Laptop PC</i> See Note 3 <i>Desktop PC</i> (1) 3.5-inch, 1.44MB drive
CD ROM Drive	<i>Laptop PC</i> Optional <i>Desktop PC</i> 4x or higher
Ports	Parallel: Printer (see Note 4) Serial: For STT150 support (See Note 3)
PCMCIA Slot	(1) Type II PCMCIA slot (see Note 5)

1. Computer power source (and laptop PC's battery charger and/or AC adapter) must be suitable for worldwide use: 50-60 Hz and 100-220 VAC operation; also, battery should provide enough capacity to power the PC Card without derating life by more than 10%.
2. Minimum RAM capacity is 4 MB, but ROM-based portable PCs may be able to run with only 2 MB.
3. These functions require laptop PCs to have a floppy disk drive, serial port or other mechanism for file transfers:
 - installation of SCT 3000 software and updates
 - configuration database import and export
4. SCT 3000 software supports any Windows 95 (or greater)-compatible printer.
5. The interface hardware requires a PCMCIA Type II slot; it may be necessary for the desktop computer to have a PCMCIA adapter installed to accommodate the interface hardware. Compatible PCMCIA adapters include Greystone Peripherals Card Dock GS315.

1— Introduction

Smartline Configuration Toolkit

Honeywell's Smartline® Configuration Toolkit, SCT 3000 provides a cost-effective and efficient means to configure, calibrate, diagnose and monitor Honeywell's Smart field devices. The SCT 3000 is an engineering and maintenance software application designed for ease-of-use and increased productivity. The SCT 3000 runs on a Windows™-based personal computer specifically to support Honeywell's Analog and Digitally Enhanced (DE) protocols in nonhostile, general-purpose field environments.

Toolkit Contents

The Smartline Configuration Toolkit consists of the following items:

1. SCT 3000 software media

Application CD ROM labeled "SCT 3000 Smartline Configuration Toolkit"

-or- Application diskettes labeled "SCT 3000 setup disks"

2. Hardware options -

– If you ordered the Smartline Option Module, you should have:

(1) PC Card (credit card-size PCMCIA card)

(1) Line Interface Module (LIM) with captive cable

(2) adapter cables (1 with alligator clips; 1 with easy hooks)

– If you ordered the serial hardware interface, you should have:

(1) Serial hardware interface module

(1) Interface Cable with connectors on both ends

3. Paper documentation

(1) SCT 3000 Start-up & Installation Manual (34-ST-10-08)

Note: An individual order may differ from this list as allowed by the Model Selection Guide. For example, you may have ordered the SCT 3000 application on CD rather than on diskettes, or you may have opted to omit the *SCT 3000 Start-up &*

1— Introduction - Field Devices Supported

Installation Manual from your order. Please check the purchase order against the items shipped in the box. Figure 1 illustrates the components that make up the SCT 3000.

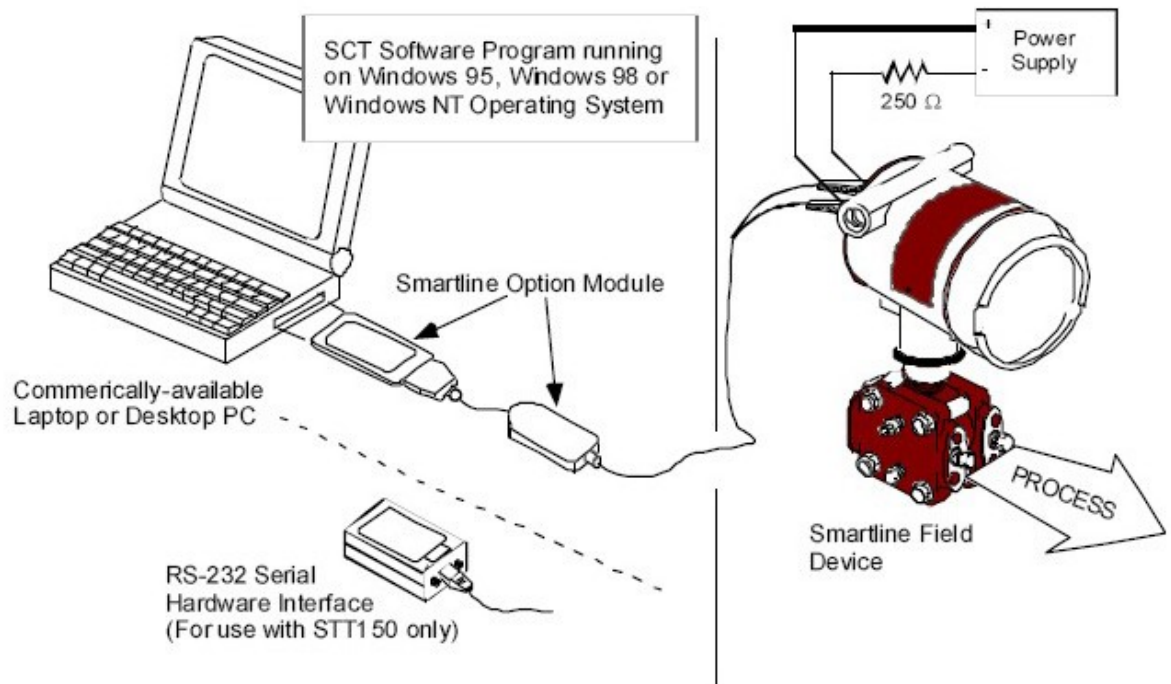


Figure 1 SCT 3000 Smartline Configuration Toolkit Overview

Field Devices Supported

The SCT 3000 operates and communicates with the following Honeywell Smartline field devices:

- **ST 3000** Smart Pressure Transmitter *
- **ST 3000** Smart Pressure Transmitter with integral meter
- **STT 3000** Smart Temperature Transmitter, (includes Series STT150, STT250 and STT350 transmitters)
- **SMV 3000** Smart Multivariable Transmitter
- **MagneW 3000 & MagneW Plus**

* Note that the SCT 3000 will not communicate with older ST 3000 transmitters that are analog only and contain software version 2.2 or earlier, or version 6.1 or earlier.

The *SCT 3000 Online User Manual* provides useful configuration and diagnostic information for the supported field devices. More detailed information for configuring and operating these field devices is found in separate user manual and operating guide documents that support each field device. See References on Page iii in the front of this document for a list of these documents.

SCT 3000 Features

The Smartline Configuration Toolkit has all of the following features:

- Windows-based software application allows easy access to all Smartline configuration and calibration device parameters.
 - SCT 3000 runs on computers with Windows 95, Windows 98, or Windows NT operating systems.
 - Employs familiar Windows tools that include an online user manual and context sensitive help.
 - Device database parameters are arranged and presented in logically grouped “tab card” displays.
- Online and Offline Mode operation
 - Offline mode allows you to configure and save database files for various devices without being connected to the device.
 - In the online mode you can download the saved databases to the devices and perform online functions such as:
 - Selection of the Communications Mode (Honeywell DE or analog)
 - Configuration and device diagnosis
 - Calibration
 - Display of device parameters
 - Device check out
- Built-in Database Templates
 - Default database templates are provided for each type of field device to simplify and reduce implementation time and effort.

1— Introduction - SCT 3000 Features

- Database Verification
 - Database parameters are checked for “reasonable” values automatically to help avoid mistakes.
 - A database compare function detects differences between the device database and the SCT database providing assurance of proper installation.
- PV Monitoring
 - Graphical representations of device inputs and outputs are shown in a window so you can monitor the operating status of Smartline field devices.
 - Window shows you values of input PVs, output PVs and SVs of the connected device in real time.
- Flow Wizard
 - A built-in wizard that provides considerable time savings and ease of use for you when configuring the flow process variable in a Smart Multivariable Transmitter (SMV 3000). By providing responses to configuration questions and choices in a step-by-step progression, you can configure the flow variable (PV4). Upon completion, a configuration solution is generated by the wizard that can be saved as a database file and downloaded to the field device.

Windows operating system references

Use of the SCT 3000 is based on the Windows 95, Windows 98 and Windows NT 4.0 operating systems. So, before you begin to use the SCT 3000 it is important to know how to perform basic operations with your computer and with Windows. The information and procedures presented in this manual assume you are already familiar with Windows. If necessary, you may find it useful to review the following reference manuals from Microsoft before proceeding:

- *Getting Started with Microsoft Windows* - a guide to setting up Windows on your system and a brief introduction to Windows.
- *Microsoft Windows User's Guide* - provides a comprehensive description of Windows; includes explanations and procedures for first-time users, in addition to topics for advanced users.
- *Microsoft Windows Tutorial* - provides online instructions for using a mouse and for performing some basic tasks in Windows.

2— System Requirements

Before You Begin

Before you install the SCT on your computer and start using it, there are a number of system requirements for the computer you will be using that will ensure trouble-free installation and operation with the SCT 3000 application.

Computer Requirements

The SCT 3000 software application runs on a variety of commercially-available portable or desktop computer platforms that may also be shared with other applications. Table 1 lists the system capabilities needed to install and operate the SCT 3000 application.

Table 1 SCT 3000 Computer Specifications - Minimum Requirements

<u>PC Specification</u>	<u>Computer:</u> <u>Laptop or Desktop PC</u>
<i>CPU</i>	Pentium 90 MHz or better
<i>Display</i>	SVGA (Monochrome or Color)
<i>Operating System</i>	Windows 95, Windows 98 or Windows NT 4.0 (Note: Windows 95b or greater is recommended.)
<i>Pointing Device</i>	Mouse or trackball-compatible device
<i>Power Source</i>	
<i>Laptop PC</i>	Battery powered (see Note 1)
<i>Desktop PC</i>	AC powered (see Note 1)
<i>RAM</i>	16 MB (32MB recommended). See Note 2.
<i>Application Size</i>	12 MB (application) + 5 kB per database file
<i>Floppy Disk Drive</i>	
<i>Laptop PC</i>	See Note 3
<i>Desktop PC</i>	(1) 3.5-inch, 1.44MB drive

2— System Requirements - Computer Requirements

<u>PC Specification</u>	<u>Computer: Laptop or Desktop PC</u>
<i>CD ROM Drive</i> <i>Laptop PC</i> <i>Desktop PC</i>	Optional 4x or higher
<i>Ports</i>	Parallel: Printer (see Note 4) Serial: For STT150 support (See Note 3)
<i>PCMCIA Slot</i>	(1) Type II PCMCIA slot (see Notes 5 and 6)
<i>Card & Socket Services (only if needed)</i>	PhoenixCARD Manager Plus V3.1/3.2 (Phoenix Technologies, Ltd.) SystemSoft Card WizardPro 3.1

NOTES:

1. Computer power source (and laptop PC's battery charger and/or AC adapter) must be suitable for worldwide use: 50-60 Hz and 100-220 VAC operation; also, battery should provide enough capacity to power the PC Card without derating life by more than 10%.
2. Minimum RAM capacity is 4 MB, but ROM-based portable PCs may be able to run with only 2 MB.
3. These functions require laptop PCs to have a floppy disk drive, serial port or other mechanism for file transfers:
 - installation of SCT 3000 software and updates
 - configuration database import and export
4. SCT 3000 software supports any Windows 95 (or greater)-compatible printer.
5. The interface hardware requires a PCMCIA Type II slot; it may be necessary for the desktop computer to have a PCMCIA adapter installed to accommodate the interface hardware. Compatible PCMCIA adapters include Greystone Peripherals Card Dock GS315.
6. To use the SCT 3000 on a desktop computer without a PCMCIA slot, you must install a PCMCIA host adapter. See your Honeywell sales representative for more information.

Computer models for use with SCT 3000

The following computers, which are commercially-available portable or desktop PCs, have been performance-qualified by Honeywell for use with the Smartline Configuration Toolkit:

- | | |
|-------------------------------------|----------------------------|
| • COMPAQ Armada 1592 | • Dell 450/ME |
| • COMPAQ Elite 5300 | • Dell Optiplex GXa |
| • Dell 466M desktop PC | • Dell Optiplex GXi |
| • Dell Dimension XPS P90 desktop PC | • Gateway GS180 |
| • Dell Latitude CP | • IBM ThinkPad 600 |
| • Dell Latitude XP laptop PC | • IBM ThinkPad 760XL |
| • Dell Latitude XPi laptop PC | • NEC Versa 2730MT |
| • Dell Optiplex XMT P90 | • Panasonic Toughbook CF71 |
| • Dell 433/T | • Toshiba Tecra 550CD |

The SCT 3000 operates on any computer platform listed above that meets the application's minimum specification requirements as listed in Table 1. The individual PC vendor furnishes detailed information of the user-supplied computer platform.

Software Compatibility

The SCT 3000 may coexist with the following application programs on a computer.

- Microsoft Word 6.0, Access 1.0, Excel 5.0, Office and Qsystem.

The import/export capabilities of SCT database files allow for only "tab" delimited text files.

Refer to Appendix B in this document for further information on software compatibility.

2— System Requirements - SCT Hardware

SCT Hardware

Communication between a computer running the SCT 3000 application and the field device is accomplished through one of two hardware interfaces:

1. The **Smartline Option Module** is used to talk to all Honeywell field devices supported by the SCT 3000, (except the STT 150). See Table 2 for specifications.
2. A **Serial Hardware Interface** is used only when communicating to the STT 150 smart temperature transmitter. See Table 3 for specifications.

Each of these hardware interfaces is described in Section 4, *Hardware Installation*.

Environmental specifications for SCT hardware

The SCT is designed to operate in a non-hostile, general purpose field environment. It is important to operate the SCT in an environment that is within the ranges for temperature, humidity, shock and vibration that are specified in Table 2 and Table 3.



WARNING

The SCT 3000 is **not** certified for use in hazardous locations .

Table 2 Smartline Option Module Hardware Specifications

<u>Specification</u>	<u>Description</u>
<i>Communication Protocol</i>	Compatible with Honeywell Smart Field Network (SFN).
<i>Temperature Range</i>	
<i>Operating</i>	0°C to +40°C (32°F to +104°F), ambient
<i>Storage</i>	-4°C to +55°C (25°F to +131°F), ambient
<i>Operating Humidity Range (RH)</i>	10-90%, noncondensing
<i>Shock Range (LIM)</i>	
<i>Operating</i>	5 G, maximum
<i>Storage Range</i>	15 G, maximum

Table continued on next page ⇒

2— System Requirements - SCT Hardware

<u>Specification</u>	<u>Description</u>
Vibration Range (LIM) <i>Operating</i> <i>Storage Range</i>	0.2 G, maximum (0-2 kHz, 0.75 mmP-P, maximum displacement) 0.5 G, maximum (0-2 kHz, 0.75 mmP-P, maximum displacement)
Weight (PC Card, LIM + cables)	0.5 lbs., maximum
Approval Bodies NORTH AMERICA EUROPE	EMC Standards: FCC Class A European EMC Standards: EEC Directive 89/336 (EMC) CE Mark

Table 3 Serial Hardware Interface Specifications

<u>Specification</u>	<u>Description</u>
Communication Protocol <i>Computer interface</i> <i>Field device interface</i>	Compatible with RS232 Protocol Compatible with 5Vdc level or 3Vdc level
Baudrate	19200 bps, maximum 9600 bps, typical
Temperature Range <i>Operating</i> <i>Storage</i>	0°C to +50°C (32°F to +122°F), ambient -40°C to +85°C (-40°F to +185°F), ambient
Operating Humidity Range (RH)	10-90%, noncondensing
Electrical Isolation	250 Vac
Cable length <i>Computer interface (RS232)</i> <i>Field device interface</i>	10 meters, maximum 3 meters, maximum
Weight (Interface module + cable)	0.5 lbs., maximum
Approval Bodies	Mark CE

3— Software Installation

SCT 3000 Installation

Installation of the SCT 3000 is broken down into two separate procedures:

1. Software installation
2. Hardware assembly and installation, (described in Section 4).

Note: Install the software first, before the hardware.

SCT 3000 Software Application and Setup

The SCT 3000 software application and Installation Utility are available on a CD ROM or 3.5" diskettes. Depending upon which media you choose for installation (CD or diskettes), follow the appropriate procedure in this section.

Running the installation utility

The SCT 3000 software application is installed on your computer using the installation utility. The utility creates all necessary directories, files, application groups and/or items to run SCT application. The utility also updates the registry and checks for adequate system resources, such as disk space and Windows version number.

The installation utility provides a step-by-step procedure for installing the SCT 3000 application on your computer. You must follow the procedure and the appropriate prompts in the utility to properly install the application. You cannot simply copy the files from the CD or diskettes to your hard drive.

It is recommended that you close any other applications you have running in Windows as these can greatly increase the time for installing your SCT 3000 application.

3— Software Installation - CD ROM Installation

CD ROM Installation

The SCT 3000 CD is designed to automatically start the installation utility when you insert it in your computer's CD drive. On-screen prompts should guide you through the install program. Follow the procedure in Table 4 to run the installation utility and setup.

Table 4 SCT 3000 Application Installation from CD ROM

<u>Step</u>	<u>Action</u>
1	Insert the SCT 3000 CD into the CD-ROM drive.
2	<p>If the SCT 3000 Installation Utility does not start after several seconds:</p> <ul style="list-style-type: none"> • On the desktop of the computer, click on "My Computer" • Click on the CD drive icon. <p>The SCT 3000 Installation Utility will start.</p>
3	The Installation Utility will lead you through installation of the SCT 3000 application software. On-screen prompts allow you to choose options on where you want the SCT application installed.
4	Follow the on-screen instructions and answer the prompts to install the application software.
5	Wait for the <i>Setup Complete</i> dialog box to appear.
6	<p>Remove the CD from the CD-ROM drive.</p> <p>Click "Finish" to exit.</p> <p>You must restart the computer before you can run the SCT 3000 application.</p>
7	Go to Section 4 – <i>Hardware Installation</i> to assemble and install the SCT 3000 hardware.

4— Hardware Installation

SCT Hardware

As part of the SCT 3000 installation, you must assemble the hardware interface components and then connect them to the computer that you will use with the SCT software application. There are two hardware interfaces available for use with the SCT:

1. **Smartline Option Module** described below
2. **Serial hardware interface** (for use with STT 150 only) which is described later in this section.

Note: Install the software first, before the hardware.

Smartline Option Module

Smartline Option Module is used to connect and communicate with all Smartline field devices supported by the SCT 3000, except for the STT 150 transmitter. The components are illustrated in Figure 2 and described below.

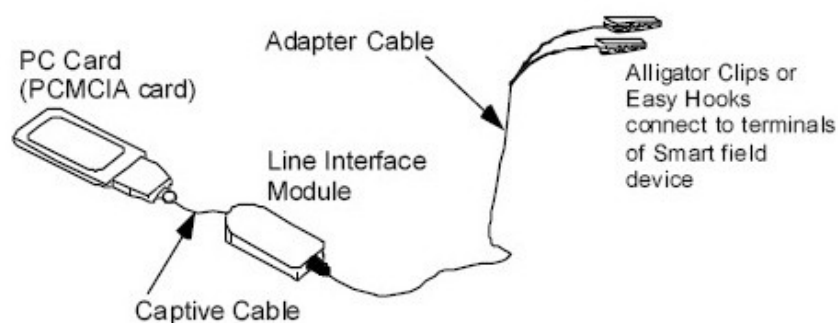


Figure 2 Smartline Option Module Components

5— Start up and Working Online

SCT 3000 Application

The SCT 3000 application is an easy-to-use graphical user interface that is similar in functionality to any other Windows-based application. Start up procedures consist of connecting the SCT hardware to a field device and establishing online communications with the device. Also this section describes the SCT 3000 application window, its various components, and how to access the menus and commands to gain more insight into the SCT features.

Getting Online Quickly

The following procedures tell you how to:

- Connect the SCT 3000 hardware to a field device.
- Make an online connection to communicate with a field device.
- Perform online tasks, such as view device parameters, check device status and perform online configuration or device calibration.

Connecting to a field device

**WARNING**

The SCT 3000 is **not** certified for use in hazardous locations.

**ATTENTION**

The SCT 3000 can be connected to only **one** Smart field device at a time.

Perform the procedure in Table 8 to connect the assembled SCT 3000 hardware between the computer and the Smartline field device.

Table 8 SCT 3000 Hardware Connections to a Field Device

Step	Action
1	<p>The SCT hardware must be assembled and installed according to the procedures in Section 4.</p> <ul style="list-style-type: none"> If you are using the Smartline Option Module, follow the procedures in Table 6 to assemble the hardware. Then go to Step 2. If you are using the Serial hardware interface, follow the procedure in Table 7 to assemble the hardware. Then go to Step 3.
2	<p>If you are using the Smartline Option Module, Connect the easy hooks or alligator clips on the end of the adapter cable to the respective terminals on the Smart field device or field terminals as follows (See Figure 5.):</p> <ul style="list-style-type: none"> -- connect the red lead to the positive terminal. -- connect the black lead to the negative terminal.

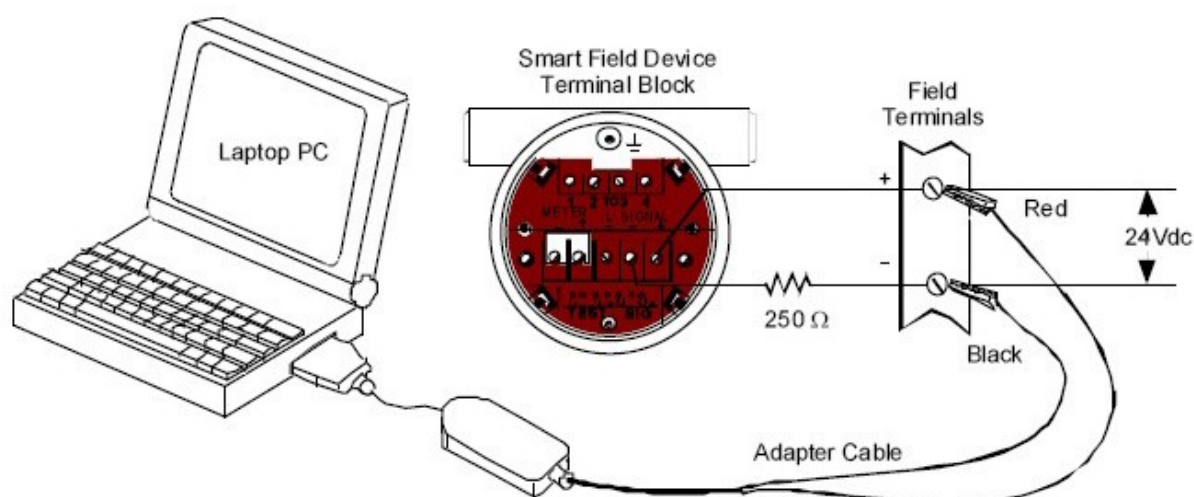


Figure 5 Smartline Option Module Connections to Field Device



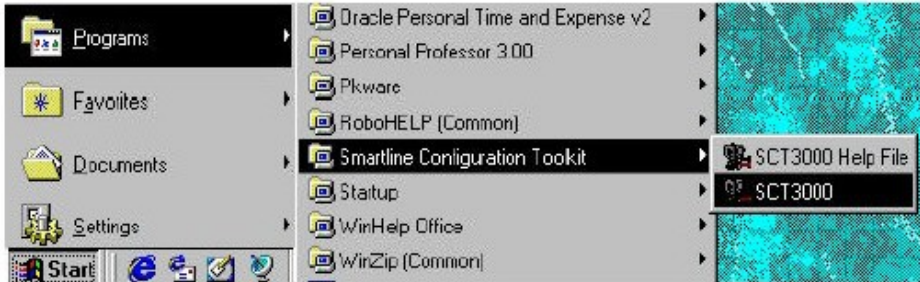
The Smartline Option Module must be connected to a powered loop with at least 250 ohms of resistance.

5— Start up and Working Online - Getting Online Quickly

Starting the SCT 3000 application

The steps in Table 9 tell you how to start the SCT 3000 application and establish online communications with the connected field device.

Table 9 Starting the SCT 3000 Application

Step	Action
1	Power up the computer and allow the PC to start up.
2	<p>In Windows 95, 98 or NT:</p> <p>Click the "Start" button.</p> <p>Select:</p> <p>"Programs", "Smartline Configuration Toolkit", "SCT 3000" to start the SCT 3000 application. See figure.</p>  <p>Note:</p> <ul style="list-style-type: none"> Alternately, you can click the SCT 3000 icon from the computer desktop to start the SCT 3000 application. The SCT 3000 main application window also offers the following file: SCT 3000 Help File – make this selection to access the SCT 3000 help system; refer to Online Help Features in Section 7 for a complete description of the online help system.

Step	Action
3	<p>When the SCT 3000 Banner Window appears (see Figure 7), type in your designated user name in the name entry field. Note that you must enter a user name that is at least three (3) alphanumeric characters long. Any spaces before or after the user name string will be dropped off when the Banner Screen appears.</p> <p>Click the "Cancel" button at any time to exit out of the SCT 3000 banner window and application.</p> <p>Click the "Help" button at any time to access the SCT 3000 Help system.</p>
4	Click "OK" to access the SCT 3000 application. The SCT 3000 application window (see Figure 8) immediately appears on the screen.



Figure 7 SCT 3000 Banner Window

5— Start up and Working Online - Getting Online Quickly

Step	Action
5	<p>Check the status bar at the bottom right of the application window. CARD OK or SERIALOK should appear to indicate that the SCT 3000 detects the SCT hardware and a connected field device. This is the online status of the SCT 3000.</p> <p>If not, a loose hardware connection or possible communications problem may exist. See Section 8, <i>Troubleshooting</i> and Appendix A.</p>
6	<p>In the Device menu:</p> <p>Select "Upload" (or click on the Upload toolbar button) to upload the current database configuration from the connected device and make the online connection.</p> <ul style="list-style-type: none"> • A Communications Status dialog box displays during the uploading process.
7	<p>When upload is complete, the online view of the connected field device appears on the screen. The window shows a number of tabs which contain various parameters that make up the device's configuration database.</p> <p>Access the Status tab by clicking on its tab. The Status tab is used to verify the status of the connected field device.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Separate boxes for Gross Status and Detailed Status messages are presented in the Status tab. Refer to the SCT 3000 online User Manual for explanations of each status condition.
8	<p>Click on the various tabs in the application window to view configuration parameters and device status.</p>

Note: See Section 6 – *Working Offline* for procedures to create new database files.

**TIP**

Once you have started the SCT 3000 application, you can access the online help topics and context-sensitive help that describe all features in the application window. See *Online Help Features* in Section 7. Also there is the online user manual that provides extensive information on how perform all offline and online tasks.

SCT 3000 Features

SCT application window

The SCT 3000 application window (see Figure 8) is the main window that appears when starting up the SCT 3000 application. This window allows access to all available SCT 3000 menus and commands.

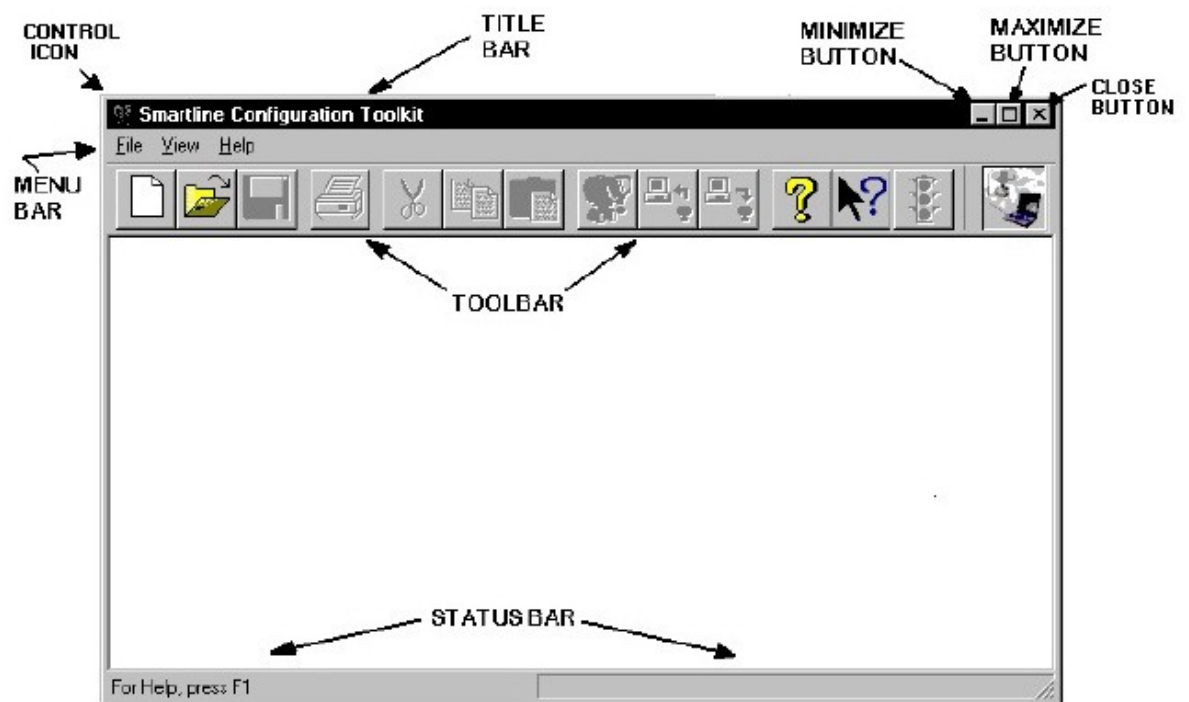


Figure 8 SCT 3000 Application Window

The functional elements in the SCT 3000 application window that are unique to the application are briefly explained here.

- **Control icon** displays the SCT icon at the left corner of the application window.
- **Menu bar** contains headings so you can access individual groups of drop-down menus and commands that are selectively available in the application.
- **Toolbar** appears across the top of the application window below the menu bar, when selected for display. The toolbar features a number of icons that provide quick mouse access to many commands used in the SCT 3000. To display (or hide) the toolbar, use the Toolbar command in the View menu.

5— Start up and Working Online - SCT 3000 Features

- **Status bar** appears at the bottom of the SCT 3000 application window, when selected for display. The status bar tells you to press F1 key to access the online help and also displays the status of the online connection to the field device. To display (or hide) the status bar, use the Status Bar command in the View menu. See Section 8 for more information on status bar messages.
- **Standard application window features** - We assume you are already familiar with the concepts of the title bar, maximize, minimize and close buttons and scroll bars. If not, refer to the appropriate Windows manual for descriptions of each element.

Toolbar icons

The toolbar in the SCT application window contains a row of icons (shown below) that select commands frequently used when operating with the SCT. By moving the cursor over the icon, the name of the command is displayed. You can also use the context-sensitive feature to display the help topic about each icon.



Online vs. Offline

Working online with the SCT 3000 entails communicating with a field device that is connected to the computer via one of the hardware interfaces, as shown in Figure 9.

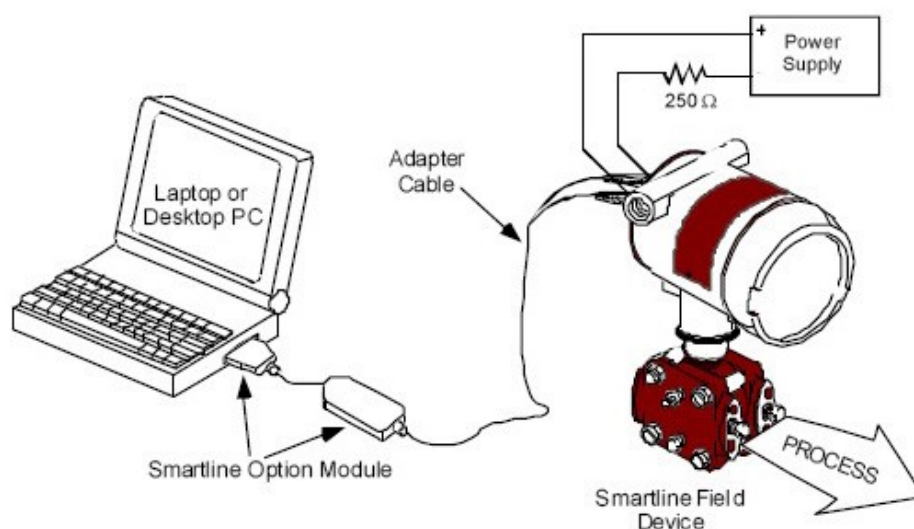


Figure 9 Online Operation Setup

Working online

Working online allows you to:

- Download a database file to the connected field device during installation or commissioning of your process application.
- Upload database from the connected field device to verify device configuration and make changes, if necessary.
- Monitor device output and status with the data and status being periodically refreshed. The PV Monitor display window graphically shows you values of input PVs, output PVs and SVs of the connected device in real time. View device status messages for detection, diagnosis and troubleshooting of possible fault conditions.
- Perform field calibration on the connected device.
- Change communications mode of the field device (analog mode or DE)

Working offline

Working offline means that you are using the SCT 3000 application without being connected to a field device. Working offline allows you to:

- Perform database management of database files. This entails creating or changing device configuration database files, saving the files to disk for downloading at a later time.
- Compare one database file with another. See Section 6 for more details.
- Print database files. See Section 6 for more details.